

# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE

QE  
1  
Z39

HERAUSGEGEBEN VON

DER STAATLICHEN GEOLOGISCHEN KOMMISSION  
UND DER ZENTRALEN VORRATSKOMMISSION  
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

## AUS DEM INHALT

Grjasnow

Über einige charakteristische Einzelheiten des geologischen Baues und der Erdölführung der Russischen Tafel

Lange

Zu den Eisenerzvorkommen im mitteldeutschen Malm

Köhler

Jura und Kreide mit Eisenerzfazies in der subherzynen Mulde

Bauman

Gelenktes Laugen im Salzgebirge

Grigorjan

Perforation von Bohrlöchern mit Hohl-ladungen

Plaksin

Die Aufbereitung nutzbarer Bodenschätze

Dette

Geologie und Bildungswesen

Reh

Bemerkungen zum neuen Studienplan für die Fachrichtung Geologie an den Universitäten

1

BAND 3 / 1957 / HEFT

SEITE 1-48



## INHALT

	Seite		Seite
N. K. GRJASNOW: Über einige charakteristische Einzelheiten des geologischen Baues und der Erdölführung der Russischen Tafel . . . . .	1	R. STRAUBEL: Erfahrungen bei Vermessungsarbeiten in Afrika . . . . .	33
E. LANGE: Zu den Eisenerzvorkommen im mitteldeutschen Malm . . . . .	5	E. KNAUER: Geländemethoden zur Unterscheidung von Kalzit und Dolomit (Tüpfelreaktionen) . . . . .	35
E. KÖHLER: Jura und Kreide mit Eisenerzfazies in der subherzynen Mulde . . . . .	7	K. DETTE: Geologie und Bildungswesen . . . . .	36
K. BAUMANN: Gelenktes Laugen im Salzgebirge . . . .	11	H. REH: Bemerkungen zum neuen Studienplan für die Fachrichtung Geologie an den Universitäten . . . .	39
A. A. BOGDANOW: Einige Bemerkungen über Rand-senken . . . . .	17	D. S. MIKOW: Bestimmung der Vorräte von Lagerstätten nach den Unterlagen der geophysikalischen Aufnahme	41
N. T. GRIGORJAN: Perforation von Bohrlöchern mit Hohlladungen . . . . .	21	Lesesteine . . . . .	42
I. N. FLAKSIN: Die Aufbereitung nutzbarer Bodenschätze	26	Buchbesprechungen . . . . .	43
		Kurznachrichten . . . . .	6, 20, 38, 46—48

Die ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE berichtet ständig ausführlich über folgende Arbeitsgebiete: Geologische Grundlagenforschung und Lagerstättenforschung / Methodik der geologischen Erkundung / Ökonomie und Planung der geologischen Erkundung / Technik der geologischen Erkundung / Geologie und Lagerstättenkunde im Ausland / Bibliographie, Verordnungen, Richtlinien, Konferenzen, Personalsnachrichten

Dem Redaktionskollegium gehören an:

Dipl.-Berging. BÜHRIG, Nordhausen — Dr. HECK, Schwerin — Dr. JUBELT, Halle — Prof. Dr. KAUTZSCH, Berlin  
 Prof. Dr. LANGE, Berlin — Dr. MEINHOLD, Leipzig — Dr. NOSSKE, Leipzig — Prof. Dr. PIETZSCH, Freiberg  
 Dr. REH, Jena — Prof. Dr. SCHÜLLER, Berlin — Dipl.-Berging.-Geologe STAMMBERGER, Berlin  
 Dr. STOCK, Berlin — Prof. Dr. WATZNAUER, Karl-Marx-Stadt

Chefredakteur: Prof. Dr. ERICH LANGE, Berlin

Die ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE ist kein Organ einer engen Fachgruppe. Auf ihren Seiten können alle strittigen Fragen der praktischen Geologie behandelt werden. Die Autoren übernehmen für ihre Aufsätze die übliche Verantwortung



# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE

CHEFREDAKTEUR: PROF. DR. E. LANGE

BAND 3 · 1957 · HEFT 1 BIS 12

## INHALTSVERZEICHNIS

	Heft Nr.	Seite		Heft Nr.	Seite
BAUMANN, K.: Gelenktes Laugen im Salzgebirge	1	11	GRIMMER, R.: Das Bohrwesen in der Sowjetunion	5/6	237
BESPALOW, D. F., SCHIMELEWITSCH, S. J., KUCHARENKO, N. K. & W. A. ODINOKOW: Ein neues geophysikalisches Verfahren zur Feststellung erdöl- und wasserführender Schichten und zur Bestimmung der Erdöl-Wasser-Grenze in verrohrten Bohrungen	5/6	245	HARTMANN, P.: Der Bergbau bei Straßberg im Harz	11/12	548
BLÜHER, H.-J.: Erfahrungen bei der Verwendung von Doppelkernrohren bei Steinkohlenbohrungen	5/6	240	HESKY, H.: Zur Methode der Streckenaufnahme im Untersuchungsschacht Kirchhain I	5/6	244
BOGDANOW, A. A.: Einige Bemerkungen über Randsenken	1	17	HETZER, H.: Der Kamsdorfer Zechsteinkalk und seine industrielle Bedeutung	2/3	52
BUJALOW, N. I.: Such- und Erkundungsarbeiten auf Erdöl und Erdgas in der Deutschen Demokratischen Republik	4	153	— Feinstratigraphie, Sedimentationsverhältnisse und Paläogeographie des höheren Ordoviciums am SE-Rand des Schwarzbürger Sattels	8/9	362
BULASCHEWITSCH, J. P.: Zur Kartierung graphitisierter Gesteine	7	314	HOHL, R.: Zur Frage der Nachwuchsausbildung	2/3	108
BUREK, J.: Uran in Phosphoriten	5/6	232	— Zur Methodik der Erkundung von Tertiärquarziten	10	441
CHAIN, W. E.: Der gegenwärtige Stand der Geotektonik im Ausland	2/3	123	HORST, U.: Der Anthrazit von Doberlug-Kirchhain	8/9	369
CHRYPLOFF, G.: Das Problem der Unterkreide im nordwestlichen Teil von Deutschland	8/9	360	HOYNINGEN-HUENE, E. v.: Ingenieurgeologische Bedeutung von Grundwasserschäden	8/9	414
— Über die Makrofauna der Unterkreide aus der Tiefbohrung Werle 8	11/12	500	— Ingenieurgeologische Bedeutung von Auslaugungsschäden	10	474
— Über die neue Grenze zwischen Tertiär und Quartär	7	309	HRABOWSKI, K.: Zur Methodik der hydrogeologischen Spezialkartierung im Flachland	2/3	72
DABER, R.: Bemerkungen zur Anwendung der Kohlenpetrographie als stratigraphische Methode im Zwickau-Oelsnitzer Steinkohlenrevier	10	461	ISCHMAMETOW, K.: Erfahrungen bei der Anwendung radiometrischer Methoden bei der geologischen Kartierung sowie beim Aufsuchen und Erkunden einiger nutzbarer Bodenschätze	7	315
DEMjanowa, J. A. & A. F. GRATSCHOWA: Die Verwendung alkalischer Braunkohlenpräparate zur Qualitätsverbesserung von Tonaufschlämmungen bei Erkundungsbohrungen	5/6	249	JAKUSCHEW, W. P., SCHREINER, I. A., PETROWA, O. P. & A. T. PORTNOWA: Eine Klassifikation der Gesteine nach ihren mechanischen Eigenschaften	2/3	98
DETTE, K.: Geologie und Bildungswesen	1	36	JOHNSON, J. W.: Die Dynamik der küstennahen Sedimentbewegung, referiert von E. GROBA	11/12	571
FLEISCHER, M.: Spurenelemente in einigen Sulfiden, referiert von H.-J. RÖSLER	4	183	JUBELT, R.: Albanien im Blickpunkt der praktischen Geologie	7	297
FLORENSOW, N. A. & J. W. PAWLOWSKI: Die Bodenschätze Ostsibiriens	11/12	491	JUFA, B. J.: Die Berücksichtigung der systematischen Fehler bei der Vorratsberechnung	5/6	256
GRÄBE, R. & M. LEHMANN: Geomagnetische Kartierung eines Diabasganges bei Schönbrunn (Thür.)	7	313	KAEMMEL, TH. & E. KNAUER: Über den Umbau eines Objektführers zu einem Rastkreuztisch für die Integration nach der Punktmethode	2/3	97
GRATSCHOWA, A. F. & J. A. DEMjanowa: Die Verwendung alkalischer Braunkohlenpräparate zur Qualitätsverbesserung von Tonaufschlämmungen bei Erkundungsbohrungen	5/6	249	KARASSEW, I. P., J. W. KRAWTSCHENKO & W. G. WASSILJEW: Die geologische Struktur des südlichen Teils der Sibirischen Tafel und das Problem der Erdölführung kambrischer Schichten	8/9	346
GRJASNOW, N. K.: Über einige charakteristische Einzelheiten des geologischen Baues und der Erdölführung der Russischen Tafel	1	1	KARNAUCH, S. W.: Erfahrungen beim Bohren mit Stahlschrot (Hackschrot)	5/6	251
GRIGORJAN, N. T.: Perforation von Bohrlöchern mit Hohlladungen	1	21	KASANSKI, W. I.: Einige Besonderheiten bei Bruchstörungen in Kalkschiefern	5/6	216
			KAUTZSCH, E.: Der Forschungsrat der DDR	11/12	489



	Heft Nr.	Seite		Heft Nr.	Seite
KNAUER, E.: Geländemethoden zur Unterscheidung von Kalzit und Dolomit (Tüpfelreaktionen) . . . . .	1	35	MARR, U.: Geochemische Folgerungen aus der Verteilung der Eisen- und Calciumgehalte in Salzgesteinen des Staßfurt-Zyklus . . . . .	5/6	234
KNAUER, E. & TH. KAEMMEL: Über den Umbau eines Objektführers zu einem Rastkreuztisch für die Integration nach der Punktmethode . . . . .	2/3	97	MATHÉ, P.: Die Bodengeologie als Disziplin der Geowissenschaften, ihre Bedeutung und ihre Aufgaben in der Staatlichen Geologischen Kommission . . . . .	7	320
KÖHLER, E.: Jura und Kreide mit Eisenerzfazies in der subherzynen Mulde . . . . .	1	7	MEHNER, W.: Die Braunkohlenerkundung in der Lausitz . . . . .	11/12	505
KÖHLER, R.: Gedanken zur Frage der Anwendung von Hydraton im Talsperrenbau . . . . .	7	323	MIEHLKE, O. & H. J. ROGGE: Verlauf und Auswirkung der Sturmflut vom 13. Januar 1957 an der mecklenburgischen Küste . . . . .	8/9	409
— Ingenieurgeologische Fragen beim Bau des Berliner Außenringes, insbesondere am Tempeliner See . . . . .	8/9	395	MIELECKE, W.: Beobachtungspunkte, Marsch- und Aufnahmennormen bei geologischen Kartierungen . . . . .	4	173
— Fünf Jahre Ingenieurgeologie (Entwicklung, Stand und Ziel der ingenieurgeologischen Begutachtung) . . . . .	11/12	565	— Zur Gliederung der quartären Schuttdecken in den höheren Lagen der deutschen Mittelgebirge . . . . .	5/6	211
KÖLBEL, H.: Entwicklung, Ergebnisse und Perspektiven der Erkundung auf Erdöl und Erdgas im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik . . . . .	5/6	201	— Zur Projektion der künftigen geologischen Karten der DDR . . . . .	7	310
— Umfang und Ergebnisse der Erdölaufschlußbohrfähigkeit des Jahres 1956 in Westdeutschland . . . . .	8/9	357	MIKOW, D. S.: Bestimmung der Vorräte von Lagerstätten nach den Unterlagen der geophysikalischen Aufnahme . . . . .	1	41
— Neue sowjetische Bücher für den Erdölgeologen . . . . .	10	479	MITURA, F.: Die Perspektiven der Gasführung des oberschlesischen Kohlenbeckens in Polen . . . . .	10	458
KÖLBEL, H. & W. KRUTZSCH: Stratigraphie, Erdölgeologie und Paläontologie auf der 20. Tagung des Internationalen Geologenkongresses in Mexiko 1956 . . . . .	4	160	NASARKIN, L. A.: Über eine der wichtigsten Voraussetzungen der Erdölbildung . . . . .	2/3	121
KOTILJAR, W. N.: Zur Entstehung der Eisenerze von Kriwoj Rog . . . . .	8/9	373	NETSCHAJEW, A. A. & A. A. RESNIKOW: Die Tetraphenylboratmethode für die Bestimmung von Kalium in natürlichen Wässern . . . . .	8/9	425
KRAWTSCHENKO, J. W., WASSILJEW, W. G. & I. P. KARASSEW: Die geologische Struktur des südlichen Teils der Sibirischen Tafel und das Problem der Erdölführung Kambrischer Schichten . . . . .	8/9	346	NEUMANN, K.: Zur Bildung des VEB Erdöl und Erdgas . . . . .	4	159
KRINARI, A.: Zur Bestimmung der Gasdurchlässigkeit der Gesteine . . . . .	7	317	ODINOKOW, A. W., BESPALOW, D. F., SCHIMELEWITSCH, S. J., & N. K. KUCHARENKO: Ein neues geophysikalisches Verfahren zur Feststellung erdöl- und wasserführender Schichten und zur Bestimmung der Erdöl-Wasser-Grenze in verrohrten Bohrungen . . . . .	5/6	245
KRUTZSCH, W.: Sporen- und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung . . . . .	11/12	509	OWNATANOW, G. T.: Über die Verrohrung der Bohrungen . . . . .	2/3	103
KRUTZSCH, W. & H. KÖLBEL: Stratigraphie, Erdölgeologie und Paläontologie auf der 20. Tagung des Internationalen Geologenkongresses in Mexiko 1956 . . . . .	4	160	PAWLOWSKI, J. W. & N. A. FLORENSOW: Die Bodenschätze Ostsibiriens . . . . .	11/12	491
KRYLOW, A. P., WASSILJEWSKI, W. N. & I. D. UTRICHIN: Die Lösung einiger praktischer Aufgaben der Ausbeutung von Erdöllagerstätten mit Hilfe von Isobarenkarten . . . . .	2/3	69	PENDIAS, H. & Z. WALENCZAK: Die Rentabilität der Verarbeitung geringwertiger Molybdänite . . . . .	5/6	231
KUCHARENKO, N. K., SCHIMELEWITSCH, S. J., BESPALOW, D. F. & W. A. ODINOKOW: Ein neues geophysikalisches Verfahren zur Feststellung erdöl- und wasserführender Schichten und zur Bestimmung der Erdöl-Wasser-Grenze in verrohrten Bohrungen . . . . .	5/6	245	PETROWA, O. P., SCHREINER, I. A., JAKUSCHEW, W. P. & A. T. PORTNOWA: Eine Klassifikation der Gesteine nach ihren mechanischen Eigenschaften . . . . .	2/3	98
KUDENKO, A. A.: Rückstandslagerstätten (Verwitterungslagerstätten) von Blei . . . . .	2/3	56	PFEIFFER, H.: Über das Problematische des Schieferbergbaues . . . . .	11/12	558
LANGE, E.: Zu den Eisenerzvorkommen im mitteldeutschen Malm . . . . .	1	5	PLAKSIN, I. N.: Die Aufbereitung nutzbarer Bodenschätze . . . . .	1	26
— Die mineralischen Rohstoffe im Rahmen der Energiebilanz . . . . .	8/9	381	POMPER, J.: Beitrag zur Frage der Geologenausbildung . . . . .	5/6	253
— Zur Erdölgenese . . . . .	8/9	351	POMPER, A.: Zur Frage der Steinbruch- und Lockergestein-Karteien . . . . .	8/9	393
— Das westdeutsche Erdgas als chemischer Rohstoff . . . . .	10	463	PORFIRJEW, W. B.: Das „Protonaphtha“ der heutigen Theorien der Erdölbildung . . . . .	2/3	112
— Die kontinentale Sandsteindecke am Oberen Sangha . . . . .	11/12	496	PORTNOWA, A. T., SCHREINER, I. A., JAKUSCHEW, W. P. & O. P. PETROWA: Eine Klassifikation der Gesteine nach ihren mechanischen Eigenschaften . . . . .	2/3	98
LEHMANN, M. & R. GRÄBE: Geomagnetische Kartierung eines Diabasganges bei Schönbrunn (Thür.) . . . . .	7	313	REH, H.: Bemerkungen zum neuen Studienplan für die Fachrichtung Geologie an den Universitäten . . . . .	1	39
LEUTWEIN, F.: Geochemische Prospektion . . . . .	4	178	— Die Verteilung der wichtigsten mineralischen Rohstoffe in den USA . . . . .	4	187
			— Zur glazialen Entstehung der Witwatersrand-Konglomerate . . . . .	5/6	209



## Inhaltsverzeichnis

	Heft Nr.	Seite		Heft Nr.	Seite
REH, H.: Hauptversammlung der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute vom 6. bis 9. September 1957 in Berlin . . . . .	11/12	580	UTRICHIN, I. D., KRYLOW, A. P. & W. N. WAS-SILJEWSKIJ, W. N.: Die Lösung einiger praktischer Aufgaben der Ausbeutung von Erdöl-lagerstätten mit Hilfe von Isobarenkarten . . . . .	2/3	69
RESNIKOW, A. A. & A. A. NETSCHAJEW: Die Tetraphenylboratmethode für die Bestimmung von Kalium in natürlichen Wässern . . . . .	8/9	425	WALENCZAK, Z. & H. PENDIAS: Die Rentabili-tät der Verarbeitung geringwertiger Molyb-dänite . . . . .	5/6	231
ROGGE, H. J. & O. MIEHLKE: Verlauf und Aus-wirkung der Sturmflut vom 13. Januar 1957 an der mecklenburgischen Küste . . . . .	8/9	409	WANDERSCHECK, K.: Leichtzuschlagstoffe für die Großblock- und Plattenbauweise . . . . .	7	329
SAWIZKIJ, J. M.: Die seltenen Metalle . . . . .	8/9	388	WANKOW, J. W., SCHISCHKIN, N. N. & A. T. SOKOLOW: Der Mikrobohrer . . . . .	7	332
SENKOW, D. A.: Die vier Typen der Veränder-lichkeit von Erzkörpern . . . . .	2/3	85	WASSILJEW, S. P.: Über einige ergänzende Unter-suchungen bei der Erkundung von Kohlen-lagerstätten . . . . .	2/3	78
SIEGMUND, E.: Die Entwicklung der Weltbraun-kohlenförderung seit der Jahrhundertwende . . . . .	8/9	387	WASSILJEW, W. G., I. P. KARASSEW & J. W. KRAWTSCHENKO: Die geologische Struktur des südlichen Teils der Sibirischen Tafel und das Problem der Erdölführung kambrischer Schichten . . . . .	8/9	346
SOKOLOW, A. T., SCHISCHKIN, N. N. & J. W. WANKOW: Der Mikrobohrer . . . . .	7	332	WASSILJEWSKIJ, W. N., KRYLOW, A. P. & I. D. UTRICHIN: Die Lösung einiger praktischer Aufgaben der Ausbeutung von Erdöllagerstät-ten mit Hilfe von Isobarenkarten . . . . .	2/3	69
SCHATALOW, E. T.: Über die Erhöhung der Qualität und die komplexe Durchführung der geologischen Kartierungsarbeiten . . . . .	5/6	228	WASSOJEWITSCH, N. B.: Erdölfallen und Erdöl-lager . . . . .	2/3	63
SCHIMELEWITSCH, S. J., KUCHARENKO, N. K., BESPALOW, D. F. & W. A. ODINOKOW: Ein neues physikalisches Verfahren zur Feststellung erdöl- und wasserführender Schichten und zur Bestimmung der Erdöl-Wasser-Grenze in ver-rohrten Bohrungen . . . . .	5/6	245	WATZNAUER, A.: Der Begriff der Bauwürdigkeit . . . . .	2/3	82
SCHISCHKIN, N. N., WANKOW, J. W. & A. T. SOKOLOW: Der Mikrobohrer . . . . .	7	332	WEGERT, F.: Über die Perspektiven der Gas-wirtschaft . . . . .	7	333
SCHREINER, I. A., JAKUSCHEW, W. P., PETROWA, O. P. & A. T. PORTNOWA: Eine Klassifikation der Gesteine nach ihren mechanischen Eigen-schaften . . . . .	2/3	98	WEISBROD, W.: Über „Begriffe“ der Rekultivierung und Nutzung von Braunkohlentage-bauen . . . . .	4	175
SCHÜLLER, A.: Petrographische Grundlagen für die geologische Kartierung . . . . .	5/6	221	— Rekultivierung von Braunkohlentagebauen — eine echte Vermehrung der landwirtschaft-lichen Nutzfläche. . . . .	8/9	405
STAMMBERGER, F.: Zum Problem der Bau-würdigkeit . . . . .	2/3	84	— Vorschlag zur Ermittlung gerechtfertigter Aufwendungen bei der Rekultivierung von Braunkohlentagebauen in Abhängigkeit von der Bodenqualität . . . . .	8/9	401
— Die Aussagekraft der Ergebnisse von Bohrun-gen und bergmännischen Auffahrungen bei ge-ologischen Erkundungen . . . . .	5/6	254	WIENHOLZ, R.: Der Dobbertiner Lias und die Struktur Krakow . . . . .	7	307
— Warum wendet sich die ZVK gegen wieder-holte Extrapolation . . . . .	7	328	WIKTOROW, A. M.: Erfahrungen beim Unter-wasserphotographieren in Bohrlöchern . . . . .	2/3	94
— Über die „Aussagesicherheit“ des westdeut-schen Entwurfes zur Einteilung von Lager-stättenvorräten . . . . .	8/9	415	<b>Artikel ohne Verliasserangabe</b>		
— Zur Verteilung der Gehalte in Lagerstätten und zu den Charakteristiken der Verteilung. . . . .	8/9	364	Das Bergbaugebiet Katanga . . . . .	2/3	130
— Zum Ausblocken der Vorräte . . . . .	10	477	Denkschrift über Lage und Aufgaben der Palä-ontologie in der DDR . . . . .	2/3	49
— Scheinbare und tatsächliche Genauigkeit der Rechnung . . . . .	11/12	563	Lagerstätten in Französisch-Afrika . . . . .	2/3	132
STEINER, W.: Zur Geschichte der geologischen Karte. . . . .	8/9	417	Fortschritte im amerikanischen Bohrwesen . . . . .	2/3	106
STRAUBEL, R.: Erfahrungen bei Vermessungs-arbeiten in Afrika . . . . .	1	33	Instruktion zur Anwendung der „Klassifikation der Lagerstättenvorräte fester mineralischer Rohstoffe“ auf Kali- und Steinsalzlagerstätten . . . . .	2/3	134
— Vermessungsarbeiten im Dienste der Geologie . . . . .	8/9	412	Schwefelgewinnung an der amerikanischen Golf-küste . . . . .	2/3	129
TAYLOR, J. C. M.: The Oil Geology of Europe, referiert von F. EBERHARDT, . . . . .	11/12	575	Die Kosten der Erdölerkundung . . . . .	4	187
TESLJUK, E. W.: Die Anwendung radioaktiver „körniger“ Isotope bei der hydraulischen Sprengung von Schichten auf den Feldern der Krasnodarneft . . . . .	2/3	79	Richtlinien der ZVR über Form und Inhalt von Vorratsberechnungen . . . . .	4	189
THOMAS, A.: Die Talsperre Mauvoisin . . . . .	10	466	Instruktion zur Anwendung der „Klassifikation der Lagerstättenvorräte fester mineraloischer Rohstoffe“ auf Blei-Zink-Lagerstätten in der DDR . . . . .	5/6	269
ULBRICH, H.: II. Internationales Studentensemi-nar für Bergbau, Metallurgie und Geologie an der Bergakademie Freiberg vom 24. August bis 7. September 1957 . . . . .	11/12	580	Instruktion zur Anwendung der „Klassifikation der Lagerstättenvorräte fester mineralischer Rohstoffe“ auf Kupferlagerstätten der DDR . . . . .	5/6	275
— 35. Jahrestag der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom 18. bis 28. August 1957 in Freiberg . . . . .	11/12	577	Instruktion zur Anwendung der „Klassifikation der Lagerstättenvorräte fester mineralischer Rohstoffe“ auf Steinkohlenlagerstätten der DDR . . . . .	5/6	260
			Die Vorratslage an Uranerzen und ihre Auswir-kungen . . . . .	8/9	345



	Heft Nr.	Seite		Heft Nr.	Seite
<b>Geologie</b>					
Über einige charakteristische Einzelheiten des geologischen Baues und der Erdölführung der Russischen Tafel, von N. K. GRJASNOW . . .	1	1	Stratigraphie, Erdölgeologie und Paläontologie auf der 20. Tagung des Internationalen Geologenkongresses in Mexiko 1956, von H. KÖLBEL & W. KRUTZSCH . . . . .	4	160
Einige Bemerkungen über Randsenken, von A. A. BOGDANOW . . . . .	1	17	Über die neue Grenze zwischen Tertiär und Quartär von G. CHRYPLOFF . . . . .	7	309
Die vier Typen der Veränderlichkeit von Erzkörpern, von D. A. SENKOW . . . . .	2/3	58	Feinstratigraphie, Sedimentationsverhältnisse und Paläogeographie des höheren Ordoviciums am SE-Rand des Schwarzbürger Sattels, von H. HETZER . . . . .	8/9	362
Über eine der wichtigsten Voraussetzungen der Erdölbildung, von L. A. NASARKIN . . . . .	2/3	121	Das Problem der Unterkreide im nordwestlichen Teil von Deutschland, von G. CHRYPLOFF . . . . .	8/9	360
Das „Protonaphtha“ der heutigen Theorien der Erdölbildung, von W. B. PORFIRJEW . . . . .	2/3	112	Über die Makrofauna der Unterkreide aus der Tierföhrung Werle 8, von G. CHRYPLOFF . . . . .	11/12	500
Der gegenwärtige Stand der Geotektonik im Ausland, von W. E. CHAIN . . . . .	2/3	123	Sporen- und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung, von W. KRUTZSCH . . . . .	11/12	509
Erdölfallen und Erdöllager, von N. B. WASSOJEWITSCH . . . . .	2/3	63	<b>Mineralogie, Petrographie, Lagerstättenkunde</b>		
Such- und Erkundungsarbeiten auf Erdöl und Erdgas in der Deutschen Demokratischen Republik, von N. I. BUJALOW . . . . .	4	153	Zu den Eisenerzvorkommen im mitteldeutschen Malm, von E. LANGE . . . . .	1	5
Stratigraphie, Erdölgeologie und Paläontologie auf der 20. Tagung des Internationalen Geologenkongresses in Mexiko 1956, von H. KÖLBEL & W. KRUTZSCH . . . . .	4	160	Geländemethoden zur Unterscheidung von Kalzit, und Dolomit (Tüpfelreaktionen), von E. KNAUER . . . . .	1	35
Entwicklung, Ergebnisse und Perspektiven der Erkundung auf Erdöl und Erdgas im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik, von H. KÖLBEL . . . . .	5/6	201	Jura und Kreide mit Eisenerzfazies in der subherzynen Mulde, von E. KÖHLER . . . . .	1	7
Einige Besonderheiten bei Bruchstörungen in Kalkschiefern, von W. I. KASANSKIJ . . . . .	5/6	216	Das Bergbaugebiet Katanga . . . . .	2/3	130
Zur Gliederung der quartären Schuttdecken in den höheren Lagen der deutschen Mittelgebirge, von W. MIELECKE . . . . .	5/6	211	Der Kamsdorfer Zechsteinkalk und seine industrielle Bedeutung, von H. HETZER . . . . .	2/3	52
Zur glazialen Entstehung der Witwatersrand-Konglomerate, von H. REH . . . . .	5/6	209	Die vier Typen der Veränderlichkeit von Erzkörpern, von D. A. SENKOW . . . . .	2/3	58
Über die neue Grenze zwischen Tertiär und Quartär, von G. CHRYPLOFF . . . . .	7	309	Rückstandslagerstätten (Verwitterungslagerstätten) von Blei, von A. A. KUDENKO . . . . .	2/3	56
Zur Projektion der künftigen geologischen Karten der DDR, von W. MIELECKE . . . . .	7	310	Eine Klassifikation der Gesteine nach ihren mechanischen Eigenschaften, von I. A. SCHREINER, W. P. JAKUSCHEW, O. P. PETROWA & A. T. PORTNOWA . . . . .	2/3	98
Albanien im Blickpunkt der praktischen Geologie, von R. JUBELT . . . . .	7	297	Schwefelgewinnung an der amerikanischen Golfküste . . . . .	2/3	129
Der Dobbertiner Lias und die Struktur Krakow, von R. WIENHOLZ . . . . .	7	307	Über einige ergänzende Untersuchungen bei der Erkundung von Kohlenlagerstätten, von S. P. WASSILJEW . . . . .	2/3	78
Das Problem der Unterkreide im nordwestlichen Teil von Deutschland, von G. CHRYPLOFF . . . . .	8/9	360	Die Rentabilität der Verarbeitung geringwertiger Molybdänite, von Z. WALENCZAK & H. PENDIAS . . . . .	5/6	231
Die geologische Struktur des südlichen Teils der Sibirischen Tafel und das Problem der Erdölführung kambrischer Schichten, von W. G. WASSILJEW, I. P. KARASSEW & J. W. KRAWTSCHENKO . . . . .	8/9	346	Geochemische Folgerungen aus der Verteilung der Eisen- und Calciumgehalte in Salzgesteinen des Staßfurt-Zyklus, von U. MARR . . . . .	5/6	234
Feinstratigraphie, Sedimentationsverhältnisse und Paläogeographie des höheren Ordoviciums am SE-Rand des Schwarzbürger Sattels, von H. HETZER . . . . .	8/9	362	Petrographische Grundlagen für die geologische Kartierung, von A. SCHÜLLER . . . . .	5/6	221
Umfang und Ergebnisse der Erdölaufschlußfähigkeit des Jahres 1956 in Westdeutschland, von H. KÖLBEL . . . . .	8/9	357	Uran in Phosphoriten, von J. BUREK . . . . .	5/6	232
Verlauf und Auswirkung der Sturmflut vom 13. Januar 1957 an der mecklenburgischen Küste, von H. J. ROGGE & O. MIEHLKE . . . . .	8/9	409	Der Anthrazit von Doberlug-Kirchhain, von U. HORST . . . . .	8/9	369
Die Dynamik der küstennahen Sedimentbewegung von J. W. JOHNSON, referiert von E. GROBA . . . . .	11/12	571	Die seltenen Metalle, von J. M. SAWIZKIJ . . . . .	8/9	388
The Oil Geology of Europe, von J. C. M. TAYLOR, referiert von F. EBERHARDT . . . . .	11/12	575	Zur Entstehung der Eisenerze von Kriwoj Rog, von W. N. KOTLJAR . . . . .	8/9	373
Die kontinentale Sandsteindecke am Oberen Sangha, von E. LANGE . . . . .	11/12	496	Zur Erdölgenese, von E. LANGE . . . . .	8/9	351
<b>Paläontologie</b>			Bemerkungen zur Anwendung der Kohlenpetrographie als stratigraphische Methode im Zwickau-Oelsnitzer Steinkohlenrevier, von R. DABER . . . . .	10	461
Denkschrift über Lage und Aufgaben der Paläontologie in der DDR . . . . .	2/3	49	Die Perspektiven der Gasführung des ober-schlesischen Kohlenbeckens in Polen, von F. MITURA . . . . .	10	458
			Die Bodenschätze Ostsibiriens, von J. W. PAWLOWSKIJ & N. A. FLORENSOW . . . . .	11/12	491



	Heft Nr.	Seite		Heft Nr.	Seite
<b>Geophysik</b>			<b>Ingenieurgeologische Bedeutung von Aus-</b>		
Bestimmung der Vorräte von Lagerstätten nach			laugungsschäden, von E. v. HOYNINGEN-		
den Unterlagen der geophysikalischen Auf-			HUENE . . . . .	10	474
nahme, von D. S. MIKOW . . . . .	1	41	Fünf Jahre Ingenieurgeologie (Entwicklung,		
Die Lösung einiger praktischer Aufgaben der Aus-			Stand und Ziel der ingenieurgeologischen Be-		
beutung von Erdöllagerstätten mit Hilfe von			gutachtung), von R. KÖHLER . . . . .	11/12	565
Isobarenkarten, von A. P. KRYLOW, W. N.			<b>Methodik der Erkundung</b>		
WASSILJEWSKIJ & I. D. UTRICHIN . . . . .	2/3	69	Such- und Erkundungsarbeiten auf Erdöl und		
Die Anwendung radioaktiver „körniger“ Isotope			Erdgas in der Deutschen Demokratischen		
bei der hydraulischen Sprengung von Schichten			Republik, von N. I. BUJALOW . . . . .	4	153
auf den Feldern der Krasnodarneft, von			Beobachtungspunkte, Marschrouen und Auf-		
E. W. TESLJUK . . . . .	2/3	79	nahmenormen bei geologischen Kartierungen,		
Ein neues geophysikalisches Verfahren zur Fest-			von W. MIELECKE . . . . .	4	173
stellung erdöl- und wasserführender Schichten			Entwicklung, Ergebnisse und Perspektiven der		
und zur Bestimmung der Erdöl-Wasser-Grenze			Erkundung auf Erdöl und Erdgas im Gebiet		
in verrohrten Bohrungen. Autorenkollektiv	5/6	245	der Deutschen Demokratischen Republik, von		
Erfahrungen bei der Anwendung radiometrischer			H. KÖLBEL . . . . .	5/6	201
Methoden bei der geologischen Kartierung			Die Aussagekraft der Ergebnisse von Bohrungen		
sowie beim Aufsuchen und Erkunden einiger			und bergmännischen Auffahrungen bei geolo-		
nutzbarer Bodenschätze, von K. ISCHMAME-			gischen Erkundungen, von F. STAMMBERGER	5/6	254
TOW . . . . .	7	315	Über die Erhöhung der Qualität und die kom-		
Geomagnetische Kartierung eines Diabasganges			plexe Durchführung der geologischen Kartie-		
bei Schönbrunn/Thür., von R. GRÄBE &			rungsarbeiten, von E. T. SCHATALOW . . . . .	5/6	228
M. LEHMANN . . . . .	7	313	Zur Methode der Streckenaufnahme im Unter-		
Zur Kartierung graphitisierter Gesteine, von			suchungsschacht Kirchhain I, von H. HESKY	5/6	244
J. P. BULASCHEWITSCH . . . . .	7	314	Zur Methodik der Erkundung von Tertiär-		
Zur Bestimmung der Gasdurchlässigkeit der Ge-			quarziten, von R. HOHL . . . . .	10	441
steine, von A. KRINARI . . . . .	7	317	Die Braunkohlenerkundung in der Lausitz, von		
			W. MEHNER . . . . .	11/12	505
<b>Geochemie</b>			Über das Problematische des Schieferbergbaues,		
Geochemische Prospektion, von F. LEUTWEIN	4	178	von H. PFEIFFER . . . . .	11/12	558
Spurenelemente in einigen Sulfiden, von M. FLEI-			<b>Vorratsberechnung</b>		
SCHER, referiert von H.-J. RÖSLER . . . . .	4	183	Der Begriff der Bauwürdigkeit, von A. WATZ-		
Geochemische Folgerungen aus der Verteilung			NAUER . . . . .	2/3	82
der Eisen- und Calciumgehalte in Salzgesteinen			Instruktion zur Anwendung der „Klassifikation		
des Staßfurt-Zyklus, von U. MARR . . . . .	5/6	234	der Lagerstättenvorräte fester mineralischer		
Uran in Phosphoriten, von J. BUREK . . . . .	5/6	232	Rohstoffe“ auf Kali- und Steinsalzlager-		
Die Tetraphenylboratmethode für die Best-			stätten . . . . .	2/3	134
immung von Kalium in natürlichen Wässern,			Zum Problem der Bauwürdigkeit, von F. STAMM-		
von A. A. RESNIKOW & A. A. NETSCHAJEW	8/9	425	BERGER . . . . .	2/3	84
<b>Ingenieurgeologie, Hydrogeologie, Bodengeologie</b>			Richtlinien der ZVK über Form und Inhalt von		
Zur Methodik der hydrogeologischen Spezialkartie-			Vorratsberechnungen . . . . .	4	189
rung im Flachland, von K. HRABOWSKI . . . . .	2/3	72	Die Aussagekraft der Ergebnisse von Bohrungen		
Über „Begriffe“ der Rekultivierung und Nutzung			und bergmännischen Auffahrungen bei geolo-		
von Braunkohlentagebauen, von W. WEIS-			gischen Erkundungen, von F. STAMMBERGER	5/6	254
BROD . . . . .	4	175	Die Berücksichtigung der systematischen Fehler		
Die Bodengeologie als Disziplin der Geowissen-			bei der Vorratsberechnung, von B. J. JUFA	5/6	256
schaften, ihre Bedeutung und ihre Aufgaben			Instruktion zur Anwendung der „Klassifikation		
in der Staatlichen Geologischen Kom-			der Lagerstättenvorräte fester mineralischer		
mission, von P. MATHÉ . . . . .	7	320	Rohstoffe“ auf Blei-Zink-Lagerstätten der		
Gedanken zur Frage der Anwendung von Hydra-			DDR . . . . .	5/6	269
ton im Talsperrenbau, von R. KÖHLER . . . . .	7	323	Instruktion zur Anwendung der „Klassifikation		
Ingenieurgeologische Bedeutung von Grund-			der Lagerstättenvorräte fester mineralischer		
wasserschäden, von E. v. HOYNINGEN-HUENE	8/9	414	Rohstoffe“ auf Kupferlagerstätten der DDR	5/6	275
Ingenieurgeologische Fragen beim Bau des			Instruktion zur Anwendung der Klassifikation der		
Berliner Außenringes, insbesondere am Temp-			Lagerstättenvorräte fester mineralischer Roh-		
liner See, von R. KÖHLER . . . . .	8/9	395	stoffe“ auf Steinkohlenlagerstätten der DDR	5/6	260
Rekultivierung von Braunkohlentagebauen —			Warum wendet sich die ZVK gegen wiederholte		
eine echte Vermehrung der landwirtschaft-			Extrapolation, von F. STAMMBERGER . . . . .	7	328
lichen Nutzfläche, von W. WEISBROD . . . . .	8/9	405	Über die „Aussagesicherheit“ des westdeutschen		
Vorschlag zur Ermittlung gerechtfertigter Auf-			Entwurfes zur Einteilung von Lagerstätten-		
wendungen bei der Rekultivierung von Braun-			vorräten, von F. STAMMBERGER . . . . .	8/9	415
kohlentagebauen in Abhängigkeit von der			Zur Verteilung der Gehalte in Lagerstätten und		
Bodenqualität, von W. WEISBROD . . . . .	8/9	401	zu den Charakteristiken der Verteilung, von		
Die Talsperre Mauvoisin, von A. THOMAS . . . . .	10	466	F. STAMMBERGER . . . . .	8/9	364



	Heft Nr.	Seite
Zum Ausblocken der Vorräte, von F. STAMM- BERGER . . . . .	10	477
Scheinbare und tatsächliche Genauigkeit der Rechnung, von F. STAMMBERGER . . . . .	11/12	563
Über das Problematische des Schieferbergbaues, von H. PFEIFFER . . . . .	11/12	558

Technik

a) Bohrtechnik

Perforation von Bohrlöchern mit Hohlladungen, von N. T. GRIGORJAN. . . . .	1	21
Erfahrungen beim Unterwasserphotographieren in Bohrlöchern, von A. M. WIKTOROW. . . . .	2/3	94
Fortschritte im amerikanischen Bohrwesen . . . . .	2/3	106
Über die Verrohrung der Bohrungen, von G. T. OWNATANOW. . . . .	2/3	103
Das Bohrwesen in der Sowjetunion, von R. GRIMMER . . . . .	5/6	237
Die Verwendung alkalischer Braunkohlen- präparate zur Qualitätsverbesserung von Ton- aufschlämmungen bei Erkundungsbohrungen, von J. A. DEMJANOWA & A. F. GRATSCHOWA . . . . .	5/6	249
Erfahrungen bei der Verwendung von Doppel- kernrohren bei Steinkohlenbohrungen, von H.-J. BLÜHER . . . . .	5/6	240
Erfahrungen beim Bohren mit Stahlschrot (Hackschrot), von S. W. KARNAUCH . . . . .	5/6	251
Der Mikrobohrer — Autorenkollektiv . . . . .	7	332

b) Bergbautechnik

Gelenktes Laugen im Salzgebirge, von K. BAU- MANN . . . . .	1	11
Der Bergbau bei Straßberg im Harz, von P. HART- MANN . . . . .	11/12	548

c) Aufbereitung, Hüttenwesen

Die Aufbereitung nutzbarer Bodenschätze, von I. N. PLAKSIN . . . . .	1	26
---	---	----

Wirtschaftliches

Das Bergbaugebiet Katanga . . . . .	2/3	130
Lagerstätten in Französisch-Afrika . . . . .	2/3	132
Die Kosten der Erdölerkundung . . . . .	4	187
Die Verteilung der wichtigsten mineralischen Rohstoffe in den USA, von H. REH. . . . .	4	187
Über die Perspektiven der Gaswirtschaft, von F. WEGERT . . . . .	7	333
Die Vorratslage an Uranerzen und ihre Aus- wirkungen. . . . .	8/9	345
Umfang und Ergebnisse der Erdölaufschluß- bohrstätigkeit des Jahres 1956 in Westdeutsch- land, von H. KÖLBEL. . . . .	8/9	357
Die mineralischen Rohstoffe im Rahmen der Energiebilanz, von E. LANGE . . . . .	8/9	381
Die Entwicklung der Weltbraunkohlenförderung seit der Jahrhundertwende, von E. SIEG- MUND . . . . .	8/9	387
Das westdeutsche Erdgas als chemischer Roh- stoff, von E. LANGE . . . . .	10	463

Wissenschaftliche Tagungen

Stratigraphie, Erdölgeologie und Paläontologie auf der 20. Tagung des Internationalen Geolo- genkongresses in Mexiko 1956, von H. KÖLBEL & W. KRUTZSCH . . . . .	4	160
35. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom 18. bis 28. August 1957 in Frei- berg, von H. ULBRICH . . . . .	11/12	577
Hauptversammlung der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute vom 6. bis 9. Sep- tember in Berlin, von H. REH . . . . .	11/12	580
Internationales Studentenseminar für Bergbau, Metallurgie und Geologie an der Bergakademie Freiberg vom 24. August bis 7. September 1957, von H. ULBRICH . . . . .	11/12	580

Sonstiges

Erfahrungen bei Vermessungsarbeiten in Afrika, von R. STRAUBEL . . . . .	1	33
Geologie und Bildungswesen, von K. DETTE . . . . .	1	36
Bemerkungen zum neuen Studienplan für die Fachrichtung Geologie an den Universitäten, von H. REH . . . . .	1	39
Zur Frage der Nachwuchsbildung, von R. HOHL . . . . .	2/3	108
Über den Umbau eines Objektführers zu einem Rastkreuztisch für die Integration nach der Punktmethode, von E. KNAUER & TH. KAEM- MEL . . . . .	2/3	97
Zur Bildung des VEB Erdöl und Erdgas, von K. NEUMANN . . . . .	4	159
Beitrag zur Frage der Geologenausbildung, von J. POMPER . . . . .	5/6	253
Leichtzuschlagstoffe für die Großblock- und Plattenbauweise, von K. WANDERSCHECK . . . . .	7	329
Vermessungsarbeiten im Dienste der Geologie, von R. STRAUBEL . . . . .	8/9	412
Zur Frage der Steinbruch- und Lockergestein- Karteien, von A. POMPER . . . . .	8/9	393
Zur Geschichte der geologischen Karte, von W. STEINER . . . . .	8/9	417
Neue sowjetische Bücher für den Erdölgeologen, von H. KÖLBEL . . . . .	10	479
Der Forschungsrat der DDR, von E. KAUTZSCH . . . . .	11/12	489

Lesesteine

— Die Wasserversorgung in den USA . . . . .	1	42
— Kalter Krieg . . . . .	1	42
— Allgemeine Ziele der Montan-Union . . . . .	1	42
— Im Jahre 2050 . . . . .	1/3	140
— Goldrausch am Mont Blanc. . . . .	2/3	140
— Ölfieber im Lande der Navajos . . . . .	2/3	140
— Neue geographische Erkenntnisse . . . . .	2/3	140
— Die 1,5 Millionen des Herrn von GRÄVE . . . . .	2/3	140
— Edelsteinfunde . . . . .	2/3	140
— Bergbau vor 3000 Jahren . . . . .	2/3	141
— Bei Durchsicht alter Akten. . . . .	4	192
— Dichtung und Wahrheit über Erdölfunde in der DDR. . . . .	8/9	426
— Wirtschaftshilfe einmal anders . . . . .	8/9	426
— Wünschelrutengängertum in der Schweiz. . . . .	8/9	426
— Bedrohte Dividende . . . . .	8/9	427



	Heft Nr.	Seite		Heft Nr.	Seite
— Diebstahl geologischer Karten . . . . .	8/9	427	— Herr Dr. Schlicht prüft . . . . .	10	480
— Die GOLDSche „Porentheorie“ . . . . .	10	480	— Turbobohrer in Oklahoma . . . . .	10	480

**Besprechungen und Referate**

S. 43— 45	H. 1
S. 141—148	H. 2/3
S. 195—198	H. 4
S. 280—291	H. 5/6
S. 335—340	H. 7
S. 427—436	H. 8/9
S. 481—484	H. 10
S. 582—585	H. 11/12

**Nachrichten und Informationen**

S. 6, 20, 38, 46—48	H. 1
S. 51, 57, 81, 83, 102, 107, 133, 148—152	H. 2/3
S. 172, 174, 182, 199—200	H. 4
S. 215, 220, 227, 230, 236, 239, 243, 252, 259, 268, 292—296	H. 5/6
S. 308, 319, 332, 334, 341—344	H. 7
S. 359, 363, 392, 394, 408, 424, 425, 427—440	H. 8/9
S. 476, 478, 485—488	H. 10
S. 579, 585—588	H. 11/12







## Über einige charakteristische Einzelheiten des geologischen Baues und der Erdölführung der Russischen Tafel<sup>1)</sup>

Von N. K. GRJASNOW, Moskau

### *Allgemeines*

Vor noch verhältnismäßig kurzer Zeit waren unter den Geologen Westeuropas nicht völlig exakte und richtige Vorstellungen über den Charakter der Struktur der Russischen Tafel verbreitet. Dies kam z. B. in Professor S. v. BUBNOFFs Arbeit „Geologie von Europa“ zum Ausdruck. Hier wird gesagt: „Einfach und monoton ist das Bild des osteuropäischen Kontinentalkernes: auf dem vergneisten präkambrischen Tiefbau liegt der kaum bewegte, kaum metamorphe, ja kaum diagenetisch verfestigte Oberbau ohne Zwischenschaltung vermittelnder Stockwerke der Tektonik und Metamorphose. Das geologische Geschehen ist über große Areale das gleiche, da die epirogenetischen Voraussetzungen und die orogenetische Reaktion kaum einem nennenswerten regionalen Wechsel unterworfen sind.“ (S. v. BUBNOFF, „Geologie von Europa“, II, 1, S. 1).

Der Schluß auf die außerordentliche Einfachheit des Baues der Russischen Tafel war eine Folge der in der Vergangenheit über die Tiefengeologie nur in unzureichendem Umfange vorliegenden Tatsachen, oder auch ungenügender Informiertheit der westeuropäischen Geologen. Dank der Bemühungen russischer Geologen, besonders in sowjetischer Zeit, vertiefte sich die Kenntnis des geologischen Aufbaus der Russischen Tafel. Die breite Anwendung geophysikalischer Untersuchungsverfahren und Tiefbohrungen, die in großem Maßstab im Europäischen Teil der UdSSR zur Aufsuchung und Erkundung von Erdöl- und Gaslagern niedergebracht wurden, gaben die Möglichkeit, die grundlegenden und wesentlichsten Züge der gegenwärtigen Tafelstruktur zu klären und mehr und mehr die zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten ihrer Entwicklung zu verstehen. Die so erhaltenen Unterlagen zeigen, daß in den verschiedenen Tafelgebieten komplizierte geologische Verhältnisse vorliegen.

Einen bedeutenden Beitrag zur geologischen Wissenschaft und zur Kenntnis des Baues der Russischen Tafel lieferte Akademiemitglied A. P. KARPINSKIJ, der als erster die Methode der historisch-geologischen Analyse der Strukturveränderung der Erdrinde anwandte. Akademiemitglied A. D. ARCHANGELSKIJ schuf wertvolle verallgemeinernde Arbeiten über die innere Struktur des kristallinen Sockels und der sedimentären Decke,

nahm eine tektonische Gliederung der Tafel vor und stellte die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Strukturelementen fest. Wichtige theoretische und praktische Folgerungen über Tektonik und Erdölführung einer Reihe Tafelbezirke sind das Verdienst von Akademiemitglied I. M. GUBKIN. Die fruchtbringenden Gedanken der genannten Gelehrten werden in den Arbeiten eines großen Geologenkollektivs wissenschaftlicher Organisationen und der Industrie weiterentwickelt.

Die Russische oder Osteuropäische Tafel gehört im wesentlichen zu den Gebieten mit präkambrischer Faltung. Das Präkambrium besteht aus Gneisen, Granitgneisen, kristallinen Schiefern, seltener aus basischen Gesteinen. Im Süden und Südosten hat die Basis der Tafel varistisches Alter. In diesen Bezirken sind verhältnismäßig schwach metamorphisierte terrigene und karbonatische Gesteine verbreitet.

### *Die Verbreitung der verschiedenen Formationen*

Der Charakter der sedimentären Hülle, welche die präkambrische Unterlage bedeckt, ist in den verschiedenen Tafelteilen ungleichartig. Das höchste Alter in der Sedimentdecke haben kambrische und silurische Ablagerungen, die in mehreren Bezirken festgestellt worden sind. Die lithologisch-fazielle Charakteristik der Sedimente des unteren Paläozoikums im Bereich der Flanken des Baltischen Schildes ist allgemein bekannt. Im Moskauer Becken ist das untere Paläozoikum durch Argillite, sandig-tonige Schiefer und andere Arten terrigener Gesteine vertreten. Ebenso wie im Baltikum wird ihr Alter auf Grund von Würmerfunden bestimmt. Ein mächtiges Schichtenpaket unterpaläozoischer terrigener Bildungen ist in den südwestlichen Teilen der Tafel (Schwarzmeersenkne) aufgeschlossen. In der Saratow-Rjasaner Einsenkung ist die terrigene Gesteinsfolge dieses Alters sehr reich an Glaukonit. In den östlichen Teilen der Tafel (die Gebiete von Saratow, Kuibyschew, Molotow, Baschkirische ASSR u. a.) ist ein mächtiger Komplex terrigener, genetisch verschiedener Ablagerungen des unteren Paläozoikums weit verbreitet, der unter der Bezeichnung Bawlinsker Serie ausgeschieden wird. Beachtung verdient auch die Erwägung, daß die unteren Horizonte des terrigenen Komplexes, der in einzelnen Abschnitten der Saratow-Rjasaner Einsenkung und mehreren Bezirken des Ostens und Südostens der Tafel aufgeschlossen ist, älteren Einheiten des unterpalä-

<sup>1)</sup> Für den Druck bearbeiteter Vortrag des Verfassers im Technisch-Wissenschaftlichen Kabinett der Staatlichen Geologischen Kommission, Berlin.



zoischen Profils (im Vergleich zu Leningrad) angehören. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, daß ein gewisser Teil dieser Sedimente zum Algonkium gerechnet werden muß.

Die Frage, ob Ablagerungen der Eifel-Stufe im Bereich der Russischen Tafel auftreten, ist bis jetzt noch nicht endgültig geklärt. In letzter Zeit neigen viele Forscher mehr und mehr der Auffassung zu, daß die über dem Bawlinker Schichtenpaket oder dem Präkambrium liegenden terrigenen karbonatischen Sedimente, die in der Ural-Wolga-Provinz und den Nachbarbezirken entwickelt sind, der Eifelzeit angehören und nicht dem unteren Givet, wie früher angenommen wurde. In diesem Falle entfällt auf die Givet-Stufe ein verhältnismäßig kleiner Teil der Mächtigkeit der terrigenen Sedimente und der zugehörigen Karbonatzwischenlagen (Givet-Unterstufe). Letztere sind weiter verbreitet als die angenommenen Eifel-Schichten. Diese Verhältnisse der beschriebenen Schichten weisen darauf hin, daß in der Sedimentablagerung in einem beträchtlichen Gebiet der Tafel ein Hiatus auftrat und daß eine neue Transgression des Meeres zur Zeit des oberen Givet vom Osten und Südosten her erfolgte.

In Gebieten des Moskauer Beckens sind in den Givet-ablagerungen Anhäufungen von Steinsalz enthalten.

Im Frasnien ist eine allgemeine Tendenz zur Erweiterung der Meerestransgression und zur Einengung der Festlandsteile zu bemerken. Die Ablagerungen des Unteren Frasnien (Paschi-, Kynow- und Sargajew-Schichten) sind als vorwiegend terrigene Gesteine ausgebildet, nebst karbonatischen von untergeordneter Bedeutung. Die Ablagerungen der mittleren und oberen Frasn-Stufe nehmen große Gebiete der Tafel ein und sind hauptsächlich durch karbonatische Sedimente gekennzeichnet. In mehreren östlichen Bezirken wurden Sedimente festgestellt, die als Domanik-Fazies ausgebildet sind.

Am Ende des Devons macht sich deutlich eine Verkleinerung des Meeresbeckens bemerkbar, die sich in der Veränderung der Salzgehalte der Wässer äußert. Infolgedessen ist in den karbonatischen Gesteinen der Famenne-Stufe nicht selten Anhydrit und Gips festzustellen.

Es muß bemerkt werden, daß — außer den angeführten Beispielen — im Bereich der Tafel ziemlich oft Anzeichen festgestellt werden, welche auf eine Veränderung der physisch-geographischen und geochemischen Verhältnisse während der Ablagerungszeit der Sedimente im Devon hinweisen. Sie treten als diskordante Lagerung der Schichten, als Wechsel der lithologisch-faziellen Zusammensetzung der Gesteine usw. in Erscheinung. Es ist jedoch nicht möglich, im Rahmen dieses Aufsatzes auf diese Tatsachen einzugehen.

Die Tournai-Stufe ist nicht überall entwickelt. An mehreren Stellen des Europäischen Teils der UdSSR überlagern terrigene Sedimente des Visé unmittelbar die denudierte Oberfläche des oberen Devons. Das Tournai ist vorwiegend durch Kalke und Dolomite vertreten. Zugleich treten in einigen Gegenden der Ural-Wolga-Provinz terrigene Bildungen großer Mächtigkeit auf, die zu den obersten Horizonten der Tournai-Stufe zu rechnen sind — zum Kiselower Horizont, der sonst gewöhnlich fehlt.

An der Basis des Visé unterscheidet man den kohleführenden und den Tula-Horizont. Der erstgenannte ist

nach dem Charakter des Profils im wesentlichen tonig-sandig, örtlich enthält er aber Zwischenlagen karbonatischer Gesteine, Kohlschiefer oder Kohlen. Es können typisch kontinentale, litorale und, seltener, marine Bildungen unterschieden werden. Der karbonatische Teil des Visé-Profils ist hinsichtlich der Mächtigkeit der bedeutendste. Die Namur-Stufe fehlt in einigen Bezirken. Das ist auf Denudation zurückzuführen, die an der Grenze zwischen Unter- und Mittelkarbon stattgefunden hat. Im Mittelkarbon, wo Karbonatgesteine vorherrschen, liegen im unteren Teil die terrigenen Schichtenfolgen der Ober-Baschkir-Unterstufe und des Werejer Horizonts. Das Oberkarbon ist nur in den östlichsten Teilen der Tafel und im Donbaß vorhanden. Es besteht hauptsächlich aus Karbonatgesteinen.

Das Untere Perm ist ebenfalls im Osten der Tafel, in der Kaspischen Senke, im Donbaß und in der Dnepr-Donetz-Senke entwickelt. An der Basis hat es hauptsächlich karbonatische Zusammensetzung. Die Kungur-Stufe enthält oft Ablagerungen von Salz, Anhydrit und Gips. Besonders mächtig ist das Salz in der Kaspischen Senke entwickelt. Höher im Profil des Perms liegen die terrigenen Ufa-Schichten, sowie die Kasan-Stufe mit einer komplizierten faziell-lithologischen Zusammensetzung (Tone, Sandsteine, Mergel, Dolomite, Kalke, Gipse, Anhydrite). Der oberste Teil des Perm — die Tatar-Stufe — besteht überwiegend aus buntgefärbten terrigenen Sedimenten. Marine Trias ist nur in der Kaspischen Senke festgestellt worden. Trias in kontinentalen Faziesausbildungen ist dagegen an vielen Stellen der Tafel bekannt.

Die vorliegenden Tatsachen weisen darauf hin, daß in der Folge eine der intensivsten tektonischen Hebungen stattgefunden hat, die zur Trockenlegung fast des ganzen Tafelgebiets führte. Dieser Prozeß verlief nicht gleichzeitig an allen Stellen, daher liegen die Sedimente des transgredierenden mitteljurassischen Meeres auf der denudierten Oberfläche, die Gesteine der Trias bis zum Devon und Präkambrium umfaßt (Abb. 1). Das Profil der Jura- und Kreideablagerungen ist ebenfalls gewöhnlich nicht vollständig; dieser Umstand zeugt von oftmaligen Unterbrechungen der Sedimentation. Tertiäre Ablagerungen nehmen hauptsächlich die südlichen und östlichen Teile des Tafelgebietes ein.

In den Arbeiten sowjetischer Geologen wurde der Zusammenhang zwischen den Strukturverhältnissen der Erdkruste und der Verteilung nutzbarer Bodenschätze bewiesen. Es wurde ermittelt, daß bei der Bildung von Erdölvorkommen und -lagerstätten dem tektonischen Faktor die entscheidende Rolle zukommt. Die regionalen tektonischen Verhältnisse bestimmen in erheblichem Maß die gesetzmäßige Verteilung der einzelnen Erdöl- und Gaslagerstätten, ebenso wie der Erdölprovinzen. Diese Schlüsse finden ihre glänzende Bestätigung durch die Entdeckung einer Reihe bedeutender Öl- und Gasansammlungen im Bereich der Russischen Tafel.

In der UdSSR werden Forschungen auf dem Gebiet der Tektonik in zwei Hauptrichtungen durchgeführt: der strukturgeologischen und der historisch-geologischen. Das Wesen dieser Arbeiten besteht nicht nur in der Erforschung der Strukturen in ihrem heutigen Zustande, d. h. in der Feststellung der Form der verschiedenen Strukturen, ihrer Lage und ihren gegenseitigen räumlichen Beziehungen usw., sondern auch in der Klärung



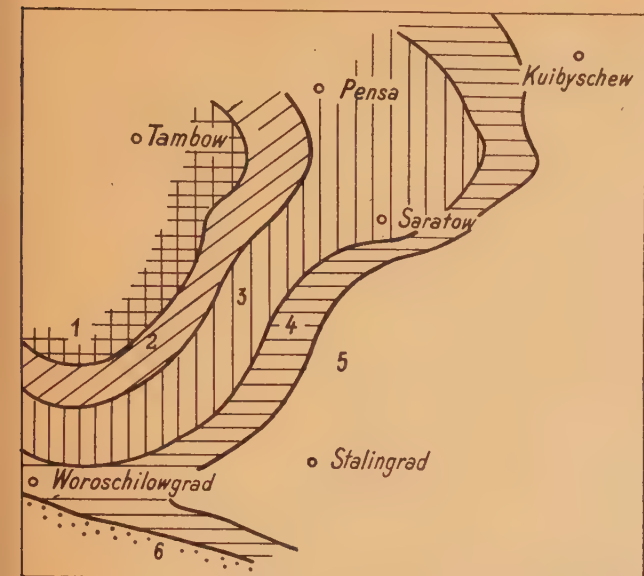


Abb. 1. Schema der paläozoischen Ablagerungen unter dem Mesozoikum nach N. K. GRJASNOW

1 — Devon; 2 — Unteres Karbon; 3 — Mittleres Karbon; 4 — Oberes Karbon; 5 — Unteres Perm; 6 — Karbon der Donez-Fazies.

der Entwicklungsgeschichte der Strukturen im zeitlichen Ablauf. Die Lösung dieser Aufgaben wird stets mit der Klärung der Entstehung der Sediment- und Eruptivgesteine sowie der nutzbaren Bodenschätze verbunden. Hierbei ist die Fazies- und Strukturanalyse das Wichtigste; das Material über Lithologie, Petrographie, Paläontologie usw. ist dabei unbedingt auszuwerten. Die Gesamtheit solcher Forschungen unter dem Aspekt der Rekonstruktion paläogeologischer und paläotektonischer Verhältnisse gestattet es, die Richtung, in der Schürf- und Aufschlußarbeiten auf Erdöl und Erdgas anzusetzen sind, begründeter zu wählen.

Die sowjetischen Geologen gehen bei ihrer Tätigkeit davon aus, daß die Veränderung der Erdoberfläche in ursächlichem Zusammenhang mit tektonischen Bewegungen steht und in der Entwicklung positiver und negativer Reliefformen des Festlandes und des Meeresbodens zum Ausdruck kommt. Diese Bewegungen beeinflussen ebenfalls die Verteilung der Sedimente, ihre Mächtigkeitsveränderungen und ihren lithologischen Bestand. So ergibt sich die Gleichzeitigkeit und das Andauern tektonischer Bewegungen und der Sedimentablagerung.

#### Die Verbreitung der wichtigsten tektonischen Elemente

In der Russischen Tafel unterscheidet man Schilde und Tafeln. Im Bereich einer Tafel sondern sich große Tafelstrukturen — Strukturen erster Ordnung — ab. Zu den positiven Strukturen erster Ordnung gehören Anteklisen<sup>2)</sup>, Massive oder Gewölbe und zu den negativen Syneklisen<sup>2)</sup> oder Senken. Die großen Strukturelemente werden durch Tafelfalten zweiter Ordnung kompliziert. Die positiven Formen dieser Ordnung bezeichnet man als Wälle, Hebungszonen oder Dislokationen, die negativen als Einsenkungen. Daneben unterscheidet man Strukturen dritter Ordnung, zu denen man einzelne kuppelförmige Strukturen rechnet, die gewöhnlich durch Tiefbohrungen auf Gas oder Erdöl erkundet werden.

Für den Bau der Russischen Tafel ist das Auftreten zweier struktureller Hauptstockwerke kennzeichnend:

des präkambrischen Sockels und der sedimentären Tafeldecke. Beide werden getrennt durch eine Diskordanz von regionalem Ausmaß und einen Hiatus von langer Dauer. Die genannten Erscheinungen weisen auf einen großen qualitativen Umbau des Strukturplanes der Tafel hin. Trotzdem erkennen wir an, daß Sockel und Decke in ihrer Entwicklung eng miteinander verbunden sind. Es ist völlig klar, daß zum Verständnis der Tektonik der Sedimentdecke die Kenntnis der Struktur der Tafelbasis erforderlich ist.

Die historisch-geologische und strukturgeologische Untersuchung klärte, daß die Struktur der Russischen Tafel im Verlauf ihrer Entwicklung eine Reihe wesentlicher Umformungen und Veränderungen erfuhr. So wurde z. B. festgestellt, daß im Laufe des unterpaläozoischen Zyklus der Tektogenese sich das Massiv von Woronesh und das Ukrainische zu einer einzigen Struktur vereinigten. Große Ausmaße hatte eine positive Struktur, die einen beträchtlichen Teil des Wolga-Ural-Gebietes einnahm. Außer jedem Zweifel steht die Existenz der Baltischen Senke zu jener Zeit usw. In der oberpaläozoischen Entwicklungsstufe der Tafelstruktur erfolgte die Trennung des Woronesh-Massivs von dem

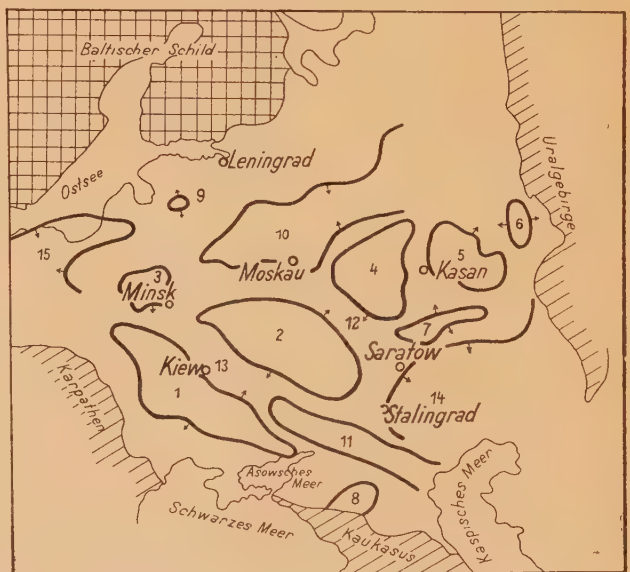


Abb. 2. Schema der großen Strukturelemente der Russischen Tafel (Oberfläche des kristallinen Sockels) nach E. E. FATIADI

1 — Ukrainisches Massiv; 2 — Massiv von Woronesh; 3 — Weißrussischer Vorsprung; 4 — Aufwölbung von Tokmow; 5 — Aufwölbung von Tamara; 6 — Baschkirische Aufwölbung; 7 — Shiguli-Pugatschower Aufwölbung; 8 — Vorsprung von Stawropol; 9 — Vorsprung von Loknow; 10 — Mittellussische Senke; 11 — System des Donbaß; 12 — Saratow-Rjasaner Einsenkung; 13 — D.-Donez-Senke; 14 — Kaspische Senke; 15 — Baltische Senke.

<sup>2)</sup> Anteklisen bzw. Syneklisen sind aufgewölbte bzw. eingewölbte Strukturformen, die außerordentlich flach sind und räumlich eine große Ausdehnung besitzen (im Querschnitt hunderte und tausende Kilometer). Der Einfallswinkel der Schichten ist ganz geringfügig und kann nur durch regionale Untersuchungen in einem großen Gebiet ermittelt werden.

Anteklisen sind z. B. der Baltische Schild, das Massiv von Woronesh, eine Synklise ist z. B. die Ostrussische Senke.

Im Gegensatz zu diesen Struktureinheiten ist bei den Antiklinorien bzw. Synklinorien die Auf- bzw. Einwölbung bedeutend stärker entwickelt. Ihre räumliche Ausdehnung ist geringer.

Beispiele für Antiklinorien sind der Kaukasische Haupttrücken und die Sichote Alin, als Synklinorien sind die Ferghana-Senke und die Tadshikische Depression aufzufassen.

(Nach W. W. BELOUSSOW, „Grundfragen der Geotektonik“, 1954, S. 92—94).



Ukrainischen, die Anlage der Dnepr-Donetz-Senke zwischen ihnen, die Erweiterung des Baltischen Schildes nach Südosten und Süden, ein gewisses Absinken der zentralen Aufwölbung, machte sich die Tendenz zur Beseitigung der altpaläozoischen Rjasan-Saratower Senke bemerkbar u. a. m.

Der gegenwärtige Bau der Russischen Tafel ist verwickelt genug. Eine gewisse Vorstellung kann Abb. 2 vermitteln, in der das Verhalten der Oberfläche des kristallinen Sockels dargestellt ist. Die größten tektonischen Elemente liegen im Südwesten. Dazu gehören das Woronesh-Massiv und das Ukrainische Massiv, die durch die Dnepr-Donetz-Senke getrennt werden. Weiter westlich hebt sich in ihrer Verlängerung das weit weniger umfangreiche Weißrussische Massiv ab. Von großer Bedeutung ist die Aufwölbung von Tokmow, die von dem Woronesh-Massiv durch die Rjasan-Saratower Senke getrennt wird. Hauptsächlich im Gebiet der Tatarischen und Udmurtischen ASSR an der Kama liegt die Tatarische Aufwölbung durch die Kasan-Senke von der Aufwölbung von Tokmow getrennt. Näher zum Ural ist die Baschkirische Aufwölbung festgestellt worden. Zwischen den vorgenannten positiven Strukturen und dem Baltischen Schild erstreckt sich die große Moskauer oder Mittlrussische Senke. Am äußersten Südosten der Tafel zeichnet sich deutlich die tiefe Kaspische Senke ab usw.

Im Ukrainischen und im Woronesh-Massiv streichen die kristallinen Gesteine stellenweise aus. Auf dem Gewölbescheitel von Tokmow sind Gesteine des Sockels in 700 bis 800 m über N.N. aufgeschlossen. In der Tatarischen Aufwölbung liegen sie in einer Teufe von 1500 bis 1600 m. In der Dnepr-Donetz-Senke nimmt man für das Einsinken des Sockels sehr große Werte an (bis 7 km). Im Süden der Kaspischen Senke (Bezirk Gurjew) hat man die Teufe der das Salz unterlagernden Sedimente der Artinsk-Stufe im Unterperm auf ungefähr 7000 bis 8000 m berechnet. Die Gesteine des kristallinen Untergrundes sind hier somit sehr tief abgetaucht. Alles das weist auf schroffe Gegensätzlichkeiten im tektonischen Bauplan der Russischen Tafel hin.

Wie schon gesagt wurde, sind die großen Strukturelemente der Tafel durch sekundäre Dislokationen — Wälle — kompliziert worden. Ihre Orientierung ist gewöhnlich von den Umrissen der Anteklisen und Syneklisen abhängig. Zu ihnen gehören: die Dislokation von Shiguli, die Don-Medwedjiza-Erhebungen, die Dislokationen von Saratow, die Kerensk-Tschembarsker Hebungszone, der Oka-Zna-Wall, die Sura-Mokscha-Erhebungen, die Wälle von Wjatka, Sok-Scheschma u. a. m. Den Charakter einiger von ihnen kann man nach folgenden Angaben beurteilen: die Ost-West-verlaufende Dislokation von Shiguli hat eine Ausdehnung von über 250 km, auf der Nordflanke eine Schichtenneigung von etwa 30 bis 48° und eine Verlagerungsamplitude bis zu 800 m.

Die Don-Medwedjiza-Erhebungen lassen sich längs der Flanken der Anteklise von Woronesh und des Randes der Kaspischen Senke auf eine Entfernung von mehr als 320 bis 350 km verfolgen. Das Einfallen der Schichten erreicht 20° und mehr, die Verlagerungsamplitude bis 400 m. Es versteht sich von selbst, daß neben solchen scharf ausgeprägten Dislokationen auch weniger markante Strukturen vorkommen, und zuweilen auch sehr

verschwommene. In der Regel zeigen die Wälle einen asymmetrischen Bau. Sie bestehen aus kleineren Strukturen, die eine kuppelartige oder brachyantiklinale Form haben. Viele von ihnen haben ein ausgeprägtes Relief, in anderen wird das Einfallen der Schichten in Bruchteilen eines Grades gemessen. In manchen Fällen beobachtet man eine Zunahme des Einfallens der Schichten mit wachsender stratigraphischer Tiefe. Nicht selten sind auch Verschiebungen der Strukturscheitel auf den verschiedenen Oberflächen zu verzeichnen, und manchmal wird auch das Fehlen einer Struktur in den tieferen Horizonten festgestellt. Alles bisher Gesagte spricht dafür, daß viele Phasen die besprochenen Strukturformen erzeugten.

Die Kaspische und die Dnepr-Donetz-Senke sind durch die Entwicklung der Salzdomtektonik gekennzeichnet. Im zuerst genannten Gebiet entstand das Salz während des Kungurs, im letztgenannten während des Devons. Am Rande dieser Senken läßt sich der lineare Charakter der Faltung feststellen und eine Komplizierung der Falten durch die Salzmassen beobachten. In den inneren Teilen der Senken verschwindet diese Gesetzmäßigkeit. In einigen Gegenden des Emba-Bezirk kann man manchmal einen Zusammenhang zwischen der Orientierung der Salzkuppeln und der Richtung erkennen, in der die Isopachen (Linien gleicher Mächtigkeit) der Kreideablagerungen laufen. Diese Frage muß noch näher untersucht werden. Der Bau der Salzkuppeln ist sehr kompliziert. Im Emba-Bezirk werden die geschlossenen Dome gewöhnlich von zwei Verwerfungssystemen — Längs- und Quersprüngen — durchsetzt. Es wurde festgestellt, daß in manchen Fällen der längsgerichtete Hauptsprung die Fortsetzung steiler Salzhänge ist.

Die Erforschung der Seismizität und die Verallgemeinerung der geologischen Kenntnisse von großen Gebieten gestatten die Folgerung, daß die tektonischen Bewegungen und Strukturen, die an der Oberfläche sichtbar sind, mit Vorgängen zusammenhängen, die in großen Teufen stattfinden. Auf Grund der eingehenden Untersuchung der Strukturen und ihrer Entwicklung, der Erforschung regionaler Lücken in der Sedimentablagerung und einer Reihe anderer Erwägungen wurde festgestellt, daß die tektonischen Bewegungen wellenförmig-schwingenden Charakter haben. Die wellenförmig-schwingenden Bewegungen erfolgen ungleichmäßig, intermittierend und führen zum Auftreten komplizierter Spannungen. Diese Spannungen können Faltungsvorgänge hervorrufen und die Kontinuität zwischen den Gesteinen des Sockels und den überlagernden sedimentären Schichten stören. Die meisten sowjetischen Geologen erkennen an, daß die Erscheinung der Einhüllung in den Anfängen der tektonischen und Sedimentationsvorgänge eine bestimmte Bedeutung hat, aber nicht die Hauptrolle bei der Ausbildung der Tafelstrukturen spielen kann. Im Bereich der Russischen Tafel sind hinsichtlich der Erdölführung die terrigenen Sedimente des Devons von größtem Interesse. Große Ölsammlungen sind in den Paschi-Schichten der Unteren Frasn-Unterstufe festgestellt worden. Industrielle Erdöllager enthalten die unter den Paschi-Schichten liegenden Ablagerungen des Givet sowie die über ihnen lagernden Kynow- und Sargajew-Schichten (tiefe Frasn-Unterstufe). An vielen Stellen wurde eine abbauwürdige Erdölführung von Karbonatgesteinen der Frasn- und der Famenne-Stufe festgestellt.



## Die Vorkommen von Erdöl und Erdgas in den verschiedenen Formationen

Von großer Bedeutung für Erdöl und Erdgas ist der unterkarbonische Gesteinskomplex, der die oberen Horizonte des karbonatischen Tournai-Profiles und terrigene Ablagerungen an der Basis des Visé (den kohleführenden und den Tula-Horizont) umfaßt. Im mittleren Karbon sind Erdöl und Gas sowohl in Karbonatgesteinen enthalten (tiefe Baschkir-Unterstufe, Basis des Mittelkarbons) als auch in den terrigenen Sedimenten (obere Baschkir-Unterstufe, Werejer Horizont).

Die unterpermischen Ablagerungen enthalten Gas und Erdöl in Karbonatgesteinen (z. B. in der Gegend von Kuibyschew) und in sulfatisch-karbonatischen Gesteinen (in der Dnepr-Donetz-Senke). Eine Anzahl verhältnismäßig kleiner Gas- und Erdölvorkommen gehört zu den unteren Ablagerungen des Oberen Perms. Sie liegen hauptsächlich in den südöstlichen Teilen der Wolga-

Ural-Provinz<sup>3)</sup>. Die Trias ist im Bereich der Dnepr-Donetz-Senke gasführend.

Einige tonig-sandig ausgebildete Horizonte des Jura und der Kreide (Bajocien, Bathonien, Apt, Alb) enthalten Gas und Erdöl in den randlichen Teilen der Tafel, vorzugsweise an den Flanken der begraben Gebirgskette KARPINSKIJS. Gasaustritte sind bekannt aus Ablagerungen tertiären und sogar quartären Alters (unteres Wolgagebiet, Transwolgagebiet).

Die Arbeiten zur Erforschung des geologischen Baues der Russischen Tafel werden fortgesetzt. Weitere Aufgaben in dieser Richtung werden durch die große volkswirtschaftliche Bedeutung vieler Bezirke der Tafel bestimmt. Gegenwärtig entfällt mehr als die Hälfte der ganzen Erdölgewinnung in der Sowjetunion auf Gebiete der Tafel. Im neuen Fünfjahrplan zur weiteren Entwicklung der Erdölindustrie wird den Tafelgebieten eine noch bedeutendere Rolle zufallen.

<sup>3)</sup> „Provinz“ hier als geologischer Begriff.

## Literatur (russisch)

1. ARCHANGELSKIJ, A. D.: Der geologische Bau der UdSSR und seine Beziehungen zum Bau der übrigen Erdoberfläche. — Gosgeolizdat 1947, Bd. I, H. 4.
2. BAKIROW, A. A. & M. F. MIRTSCHINK: Über einige Fragen der geotektonischen Entwicklung großer Strukturelemente der Erdrinde im Zusammenhang mit der Erforschung ihrer Erdöl- und Gashaltigkeit. — Erdölwirtschaft 1951, Nr. 9.
3. GUBKIN, I. M.: Die Ural-Wolga-Erdölprovinz. — Herausg. Ak. d. Wiss. UdSSR, 1940.
4. GRJASNOW, N. K.: Über die Struktur des Wolga-Kama-Abschnittes der Russischen Tafel. — Berichte der Ak. d. Wiss. UdSSR 1951, Nr. 4.
5. — Zur Entstehungsgeschichte der Strukturen karbonischer Ablagerungen im Ostteil der Russischen Tafel. — Gostoptechisdat 1954, Arb. WNII.
6. KARPINSKIJ, A. P.: Übersicht über die physisch-geographischen Verhältnisse im Europäischen Rußland in vergangenen geologischen Zeiten. — Herausg. Ak. d. Wiss. UdSSR, 1947.
7. — Der allgemeine Charakter der Schwankungen der Erdkruste im Europäischen Rußland. — Herausg. Ak. d. Wiss. UdSSR, 1947.
8. MELNIKOW, A. M.: Über die Oberfläche der kristallinen Gesteine des Sockels im Gebiete der Tatarischen ASSR und ihrer Umgebung. — Berichte der Ak. d. Wiss. UdSSR, Bd. 103, 1955, Nr. 5.
9. MURATOW, M. W.: Tektonische Struktur und Geschichte der Flachlandgebiete, welche die Russische Tafel von den Gebirgen der Krim und des Kaukasus trennen. — Z. f. Sowjetische Geologie, Samml. 48, 1955.
10. SCHATSKIJ, N. S.: Über tiefe Dislokationen, welche die Tafeln und Faltungsgebiete (Wolgagebiet und Kaukasus) erfassen. — Mitt. d. Ak. d. Wiss. UdSSR, Geolog. Reihe Nr. 5, 1948.
11. — Übersicht über die Tektonik des erdölführenden Wolga-Ural-Gebietes und des angrenzenden Teils der Westflanke des Südlichen Urals. — Herausg. Mosk. Ges. d. Naturforscher (MOIP), 1945.
12. — Über die Grenzen zwischen dem Paläozoikum und Proterozoikum und über Riffablagerungen in der Russischen Tafel. — Mitt. Ak. d. Wiss. UdSSR, Geolog. Reihe, 1952, Nr. 5.

## Zu den Eisenerzvorkommen im mitteldeutschen Malm

Von ERICH LANGE, Berlin

Im Juli 1956 fand in westdeutschen Presseorganen eine lebhafte Diskussion über den weiteren Ausbau des Eisenerzgebietes von Salzgitter statt. Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, daß neue Erzvorkommen nördlich von Salzgitter in der Gegend von Gifhorn entdeckt worden seien.

Die teilweise recht unklaren Darstellungen ließen nicht immer erkennen, daß es sich um zwei verschiedene Erzvorkommen handelte, nämlich um die sauren Neokomerze von Salzgitter und die kalkigen Erze des Korallenoolithes von Gifhorn. Die letzteren Erze wurden bereits vor etwa 20 Jahren bei Erdölbohrungen angefahren und ihre Vorräte wurden auf etwa 2 Mrd. t geschätzt. Auf Grund von Bohrungen in letzter Zeit können noch größere Vorräte angenommen werden. Man spricht jetzt davon, daß das Gifhorer Erzlager das zweitgrößte Eisenerzvorkommen auf dem westeuropäischen Festland nach den lothringischen Minettevor-

kommen sei, deren noch vorhandene Vorräte auf 6 Mrd. t berechnet werden.

Die Produktion im Salzgittergebiet wird weiter ausgebaut. Zur Zeit arbeiten dort vier Hochöfen, die Öfen 5 und 6 sind im Bau und sollen im laufenden Jahr die Produktion aufnehmen. Die Kapazität soll auf 1,4 Mio. jato Rohstahl erhöht werden.

In der Bundesrepublik waren 1955 15,68 Mio t Erz gefördert worden, denen eine Einfuhr von etwa 14 Mio t gegenüberstand. Die gegenwärtige Förderung in Salzgitter von 20 000 tato kann nur um 20% vergrößert werden. Mehr als 8,5 Mio jato können also aus dieser Lagerstätte nicht gewonnen werden. Es wird daher vorgeschlagen, in dem nördlich von Salzgitter gelegenen Gebiet bei Gifhorn die dort auftretenden Erze des Korallenoolithes mit 24 bis 33% Fe auszuwerten. Die Ruhrindustrie hat sich dieses Revier als Konzessionsgebiet gesichert. Die Erze lagern in 900 bis 1200 m Tiefe.



In der Perspektive rechnet man damit, etwa 5 bis 6 Schächte im Gifhorngebiet abzuteufen und damit eine Förderkapazität von 60 bis 70 000 tato zu erzielen. Nach diesen Plänen würde einmal das gesamte Erzgebiet von Salzgitter und Gifhorn 25 bis 30 Mio tato fördern können. Mit der Abteufung eines Versuchsschachts soll im Frühjahr 1957 bei Steterburg begonnen werden<sup>1)</sup>. Der Standort wurde so ausgewählt, daß bei einer späteren Förderung das Erz auf dem Wasserwege zum Mittellandkanal transportiert werden kann. Zunächst soll der Versuchsschacht dazu dienen, durch Großversuche Gewinnung, Aufbereitung und Verhüttung des Erzes auf das genaueste zu studieren. Man rechnet mit einer Baudauer von drei Jahren bei einer Teufe von 1100 m. Zum Ausbau einer Förderleistung von 5000 tato benötigt man 6 bis 10 Jahre und 60 bis 70 Mio DM.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch in der DDR der Korallenoolith zum Teil eisenerzführend ist. In zwei Erdölbohrungen wurden in einer Teufe zwischen 800 und 900 m ähnliche Erze wie bei Gifhorn angefahren. Schon seit Jahrzehnten ist die Vermutung ausgesprochen worden, daß sich etwa in der Gegend der Odermündung unter der Bedeckung durch lose jüngere Gesteine ähnliche Vorkommen vorfinden könnten. Es sollte also bei der weiteren geologischen Erkundung in der DDR darauf geachtet werden, alle Spuren von Eisenerzvorkommen im Malm sehr ernsthaft zu verfolgen, damit gegebenenfalls eine ähnliche Erzbasis für unsere Hüttenwerke geschaffen werden kann, wie man sie in Westdeutschland jetzt unweit der heutigen Grenze aufbauen will.

In dem folgenden Aufsatz über Jura- und Kreideschichten mit Eisenerzfazies in der subherzynen Mulde hat ERIKA KÖHLER einen Überblick über die längs der gegenwärtigen Grenze in West- und Ostdeutschland auftretenden Eisenerzlagerstätten gegeben.

Zur Genesis dieser bei uns in Jura und Kreide so häufig auftretenden Brauneisenerzoolithe und -gerölle möchte ich auf einige Beobachtungen hinweisen. Über schwach- bzw. nichtmetamorphisierten Sedimenten entstehen unter tropischen Bedingungen mit extrem humiden Verhältnissen in der Regenzeit und extrem ariden Verhältnissen in der Trockenzeit bohnerartige „Gerölle“, die von einer glänzenden braunen bis rötlich-braunen Eisenoxydhaut, ähnlich dem bekannten Wüstenlack, umkleidet sind und im Innern vorwiegend aus Toneisenstein bestehen. Man kann in den westafrikanischen Steppen oft solche „Geröllhalden“ beobachten. Sie stellen ein Äquivalent zu dem zellig-schlackigen rötlichen Krusteneisenstein dar, der sich über den metamorphen Gesteinen des kristallinen Sockels unter gleichen Klimabedingungen und bei etwa horizontaler Lagerung zusammen mit roten Lateriterden bildet und in seiner Struktur an unsere Raseneisensteine erinnert. An den Ausbissen der Lubilash-Schichten läßt sich z. B. in der Umgebung von Gaza (Bezirk Ubangi-Schari in Französisch-Äquatorial-Afrika) feststellen, daß sich mitunter die obersten 10 bis 30 m des weißlichen feinkörnigen Sandsteins mit quarzitischem, tonigem oder kaoliniertem Bindemittel vorwiegend durch Migration von

Kieselsäuregelen rezent in tonige Brauneisensteine umgewandelt haben. Gleiche Kieselsäurewanderung findet man weiter nördlich in den nigerischen Benuë-Sandsteinen. Dort entstehen unter trockeneren klimatischen Bedingungen, besonders deutlich an Stellen stärkster Sonneneinwirkung, mehr hämatitreiche Erzbildungen rötlicher Färbung aus den gelblichen/ quarzreichen groben Sandsteinen mit tonigem Bindemittel, während die in den Sandsteinen auftretenden fossilen Oberflächenvererzungen aus lackierten braunen Eisenoxyderzlagen bestehen. Sie waren ganz offenbar unter anderen Klimabedingungen als den rezenten entstanden<sup>2)</sup>.

Viele geröllartige Bildungen mit glänzender brauner Lackhaut, die wir in unseren oolithischen Eisenerzen finden, gleichen auffallend den Oberflächenbildungen, die sich auf Gehängen über schwach- und nichtmetamorphisierten Gesteinen heute noch mitunter in tropischen Steppen bilden. Es sind geröllartige Bildungen, aber keinesfalls echte Gerölle, wie sie durch Abrollung in Flüssen oder an der Meeresküste zu entstehen pflegen.

Mitunter werden sie durch (oft hohle) Kugeln aus Manganoxiden ersetzt, die etwa 3 bis 5 mm und mehr Durchmesser besitzen und ebenso wie die lackierten Brauneisensteingerölle weite Flächen bedecken. Auch diese meist kugeligen Gebilde entstehen rezent, ohne daß sie durch Flußwasser abgerollt wären. Es ist jedoch möglich, daß Schichtfluten, die im Höhepunkt der Regenzeit auftreten und weithin den Boden überschwemmen, zur Abrundung der Eisensteine und Manganknollen beigetragen haben.

Die angegebenen Beobachtungen über die rezente Entstehung von geröllartigen Gebilden mit lackierter Oberfläche von Eisenoxiden können möglicherweise dazu beitragen, die Tatsache des von E. KÖHLER beschriebenen Zusammenhangs zwischen küstennaher Sedimentbildung und seiner Eisenerzzufuhr vom nahen Festland klären zu helfen. Gerade in der Küstenzone eines Senkungsgebietes könnten auch solche bereits auf der Landoberfläche entstandenen bohnerartigen „Gerölle“ zu Lagerstätten angereichert werden und einen Zusatz zu den direkt aus den marinen Lösungen ausfallenden Eisenerzen darstellen.

<sup>2)</sup> Vergleich HELLMERS, J. H.: Die Wanderung des Eisens in Verwitterungsböden in BROCKAMP: Zur Entstehung deutscher Eisenerzlagerstätten. Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 75, 1942, S. 14.

### Verstärkter Eisenerzabbau in Mexiko

(Engineering and Mining Journal, Juni 1956, S. 188)

Das bekannte mexikanische Eisenerzvorkommen von Cerro de Mercado in der Nähe der Stadt Durango soll mit größerer Intensität ausgebeutet werden. Außer in Cerro de Mercado selbst wird jetzt auch in Fierro del Norte und Fierro de Durango mit der Förderung begonnen.

Der 700 Fuß hohe Eisenberg südlich Cerro de Mercado soll sich fast ganz aus Eisenerz in verschiedenen Stadien der Oxydation zusammensetzen. Das Erz besteht aus durchschnittlich 60 bis 70 % Hämatit. Die Lagerstätte von Fierro del Norte ist fast eine Meile lang und 2000 Fuß mächtig, ihre Tiefe ist noch unbekannt.

In Fierro de Durango, dem kleinsten der drei Vorkommen, beträgt die tägliche Förderung etwa 500 t.

B.

<sup>1)</sup> Inzwischen teilte die Industrie- und Handelskammer Braunschweig mit, daß sich die Montan-Union in einem Memorandum für die beschleunigte Erschließung des Gifhorer Erzvorkommens ausgesprochen hat.



# Jura und Kreide mit Eisenerzfazies in der subherzynen Mulde

Von ERIKA KÖHLER, Berlin

Mit diesem Artikel wird das Ziel verfolgt, einen Überblick über die Schichten im Subherzyn zu geben, die in Jura und Kreide abgelagert und in Eisenerzfazies ausgebildet wurden. Im Vordergrund sollen dabei die petrographische Charakteristik, die stratigraphische Einarbeitung und die Faziesverhältnisse stehen. Für größere Vorkommen soll auch eine genetische Deutung beigegeben werden.

## 1. Die Eisenerzanreicherungen im Jura des Subherzyn

Die z. Z. wirtschaftlich bedeutenden Lagerstätten sind die Vorkommen von Harzburg, Badeleben/Sommerschenburg und in der Gifhorner Mulde. Geringmächtige, eisenhaltige Juraschichten stehen bei Achim am Nordflügel des Großen Fallsteins, in der Remlingen-Pabstorfer Juramulde, am N- und S-Flügel der Asse und des Elm an.

1.1. Die an der Aufrichtungzone des Harzes gelegenen Vorkommen von Harzburg sind in der gesamten Schichtenfolge vom unteren Lias bis in den Korallenoolith (Unt. Malm) in einer mehr oder weniger eisenreichen Fazies ausgebildet. Zu abbauwürdigen Anreicherungen ist es aber nur im Lias  $\alpha_3$  und im Lias  $\gamma$  gekommen, außerdem im Korallenoolith.

Der Lias ist in einer überwiegend tonigen Fazies vertreten, in die sich gelegentlich geringmächtige Kalkbänke und Mergellagen einschalten. Der Lias  $\alpha_3$  wird bis zu 39 m mächtig mit einem Flözanteil von 9 bis 15 m. Das Eisen ist an aufgearbeitete Toneisensteine des Lias  $\alpha_1$  und Lias  $\alpha_2$  gebunden und an oxydische Oolithe, die den Hauptträger des Eisengehaltes bilden.

Im Lias  $\gamma$  herrschten ähnliche Faziesverhältnisse wie im Lias  $\alpha_3$ . In einer küstennahen Randzone reicherten sich die Brauneisengerölle, Toneisensteinscherben und Brauneisenoolithe in Tonen und Mergeln bis zu 16 m Mächtigkeit an.

Im unteren Korallenoolith wurde bei Harzburg das Eisen in Brauneisenoolithen bis zu 19% Fe angereichert. Es wird als eisenhaltiger Kalkzuschlag abgebaut.

1.2. Die Eisenerzlagerstätte von Badeleben/Sommerschenburg gehört stratigraphisch in den Lias  $\alpha_1$  bis Lias  $\delta$ , der Hauptabbau liegt in den Schichten des Lias  $\alpha_3$  und Lias  $\beta$ . Die Erze von Badeleben/Sommerschenburg liegen an der Übergangszone der sandigen Randwasserfazies des Liasmeeres mit einer brackischen Fauna zur tonigen Fazies küstenerner Meeresteile mit einer ausgesprochen marinen Fauna. Durch diese Bindung an die Übergangsregion wechselt die Zusammensetzung der Grundmasse vom Liegenden zum Hangenden mehrfach. Die Basis ist schiefrig ausgebildet, geht dann in eine schiefrig-sandige Ausbildung über, die von einer kalkig-sandigen Fazies abgelöst wird. Darüber liegen Schichten mit einer kalkig-mergeligen Fazies und der oberste Teil der Lagerstätte ist wiederum schiefrig-sandig ausgebildet. Der Eisengehalt der Lagerstätte verteilt sich auf die Gerölle und die Grundmasse. In der Grundmasse kommt er als feinverteiltes Brauneisen vor. Die Gerölle sind Brauneisenerzgerölle, Toneisensteinscherben und Pseudoolithe. Phosphorite sind häufig. Als



Abb. 1. Eisenerze in Kreide und Jura beiderseits der Staatsgrenze, umgezeichnet nach DORN 1950

Ausscheidungen finden sich  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{ZnS}$  und  $\text{PbS}$ . Die auftretenden grünen Farben rühren vermutlich von dem Eisensilikat Chamosit her.

Auch jüngere Schichten des Jura als der Lias sind in der Nähe der Lagerstätte Badeleben/Sommerschenburg angetroffen worden. Der Dogger führt meist kalkige Schiefertone, in die dichte Toneisensteine grauer, rotbrauner und auch rotgrauer Farbe eingelagert sind. Die Vorkommen sind unbauwürdig.

Der Malm ist in einigen Schollen erhalten geblieben, aber nicht eisenerzführend.

Die Eisenerze von Badeleben/Sommerschenburg liegen in geringer Teufe, streichen mancherorts sogar zu Tage aus. Ihrer tektonischen Stellung nach gehören sie in die Lappwaldmulde. Zur Zeit, da das Liasmeer transgredierte, war hier eine tektonische Senke ausgebildet, die erst die Anreicherung des Eisens aus der Zufuhr vom Festland ermöglichte. Das eisenhaltige Material selbst wurde vermutlich vom Flechtinger Höhenzug eingeschwenkt, wie es sedimentpetrographische Untersuchungen der östlich vorgelagerten, gleichaltrigen Sande wahrscheinlich machen.

1.3. Die Eisenerze der Gifhorner Mulde nördlich von Braunschweig gehören auf Grund der tektonischen Stellung dieser Mulde in die Mittelmeer-Mjösen-Zone STILLES. Im Osten wird sie von einer Schwelle begrenzt, im Westen reicht sie über den Gifhorner Salzstock hin-



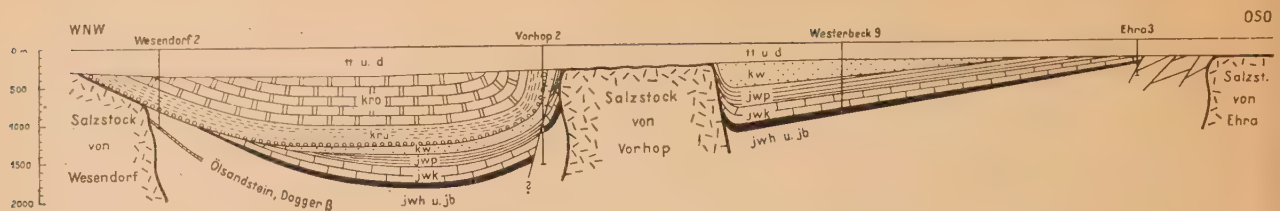


Abb. 2. Profil durch den Nordteil der Gifhorner Mulde nach SEITZ, 1950

tt u. d	Tertiär u. Diluvium	jwp	Weißer Jura-Portland
kro	Obere Kreide	jwk	Weißer Jura-Kimmeridge
kru	Untere Kreide	jwh	Weißer Jura-Heersumer Schichten
kw	Wealden	jb	Brauner Jura

aus bis in das Gebiet von Haldesse, wo Bohrungen den Malm in großer Tiefe angetroffen haben. An herzynisch streichenden Störungen, die mit rheinisch streichenden Störungen vergittert sind, stiegen im Muldentiefsten mehrere Salzstöcke auf, deren größter der Salzstock von Gifhorn ist. Im Norden ist die Muldengrenze in große Tiefen abgesunken und wird von mächtiger Oberkreide überlagert; die Südgrenze der Gifhorner Mulde ließ sich bisher mit Hilfe von Bohrungen nicht erfassen.

In den Jahren 1939/42 auf Erdöl abgeteufte Bohrungen stießen in Teufen von 146 m bis 1740 m auf eisenerzhaltigen Dogger (Macrocephalen-Schichten) und Malm (Korallenoolith). Der erzführende Dogger wurde nur in einigen Bohrungen am W- und O-Rand der Mulde erfaßt. Im Osten erbrachte eine Bohrung zwischen den Salzstöcken von Calberlah und Ehra sowie eine Bohrung am W-Flügel des Salzstocks von Weyhausen eisenoolithischen und eisensilikatischen Dogger mit einer Durchschnittsanalyse von 23,8% Fe, 13,4% MgO und CaO, 11,43%  $Al_2O_3$ , 16,3%  $SiO_2$ . An der W-Flanke des Salzstockes von Vorhop, d. h. am W-Flügel der Gifhorner Mulde, ergab das eisenoolithische Material eine Analyse von 27,5% Fe, 1,4% CaO, 12,03%  $Al_2O_3$  und 31,82%  $SiO_2$ .

Die Basis des Malm, die Heersumer Schichten, sind mit einem maximalen Fe-Gehalt von nur 11,63% nicht als eisenerzführende Schichten anzusprechen.

Der Haupteisenträger in der Gifhorner Mulde ist der Korallenoolith. Die Zufuhr des eisenhaltigen Materials begann im unteren Korallenoolith. Es bildeten sich spärlich Eisenoolithe, eisenschüssige Kalke, ferritisierte Kalkooide sowie vereinzelte Brauneisengerölle und Toneisensteine. Der Kalkgehalt sinkt von O nach W, während der Tongehalt in der gleichen Richtung ansteigt. Seine größte Mächtigkeit erreicht der Untere Korallenoolith im SO der Gifhorner Mulde, seine größte Teufenlage mit 1554 m an der O-Flanke des Salzstockes von Vorhop, also nahe dem Muldentiefsten.

Die Haupteisenerzbildungszeit ist die des Mittleren Korallenooliths. Eine intensivere Eisenzufuhr hält noch bis in die Humeralissschichten des tieferen Oberen Korallenooliths an. Der höhere Obere Korallenoolith wurde als eine mergelige, eisenarme Fazies abgelagert.

Das Bild der Faziesverteilung hat sich gegenüber dem Unteren Korallenoolith im Mittleren Korallenoolith verändert. Der O- und der W-Rand der heutigen Mulde sind vorwiegend in sandiger Fazies ausgebildet. Im Muldenzentrum dominiert die kalkige, seltener auch die dolomitische Fazies. Nach Süden zu findet eine generelle Kalkzunahme statt, während der Eisengehalt gleichzeitig verschwindet. Die Mächtigkeit des Mittleren

Korallenooliths steigt von Osten nach Westen sehr rasch an. Bei allgemein flachem Einfallen steigt im N-Teil des O-Flügels der Mulde die Mächtigkeit von 5 bis 10 m rasch nach dem Zentrum an der O-Flanke auf 120 m des Gifhorner Salzstockes an.

Die Petrographie dieser überwiegend kalkigen Erze ist recht wechselnd. In allen Übergängen treten als Bindemittel auf: Tone und Mergel, Sande und Kalksande, Kalke und Kalkrogensteine, Dolomite. Das Eisen ist zu seinem ganz überwiegenden Teil als Brauneisen in Oolithen gebunden, deren einzelne Schalen durch feinste Lagen von Opal getrennt sind. Die seltenen Gerölle sind Brauneisenerzgerölle, Toneisensteinbrocken, Kalkschill und zerbrochene oolithische Kalke.

In den Bohrungen ließen sich auf Grund des wechselnden Verhältnisses von  $Fe:CaO:SiO_2$  mehrere Flözgruppen ausscheiden. In den Flözen des Mittleren Korallenooliths steigt der Kalkgehalt von S nach N an, der Tongehalt steht im umgekehrten Verhältnis zum Kalk. Die Eisenerzkonzentration ist dem Kalkgehalt direkt proportional, sie erreicht bei Wahrenholz bis 52% Fe. Analysen ergaben eine Zunahme des Mg-Gehalts nach O. Hier liegt der Übergang der kalkigen Fazies des Korallenooliths der Gifhorner Mulde zur dolomitischen Fazies des Allertalgrabens.

Die Verteilung der Mächtigkeiten sind im Mittleren und Oberen Korallenoolith dieselben wie im Unteren Korallenoolith. Das bedeutet, daß die verschiedenen Flözgruppen nach Osten ausdünnen. Eine Bohrung an der O-Flanke des Ehraer Salzstockes hat den Mittleren Korallenoolith mit 0,70 m Mächtigkeit angetroffen. Die Isopachen des Korallenooliths streichen rheinisch; auch die Faziesverteilung zeigt eine deutliche Bindung an die rheinische Richtung.

1.4. Kleinere, wirtschaftlich unbedeutende Vorkommen eisenhaltiger jurassischer Schichten treten im ganzen Subherzyn auf, erreichen aber im Anstehenden keine bauwürdigen Mächtigkeiten und Eisengehalte.

Am N-Flügel des Großen Fallsteins bei Achim sind die Schichten des Lias  $\alpha_1$  bis Lias  $\delta$  in einer stärker eisenhaltigen Fazies ausgebildet. Es sind Tone, Mergel oder sandige Kalke, in denen als Eisenträger vorwiegend Toneisensteingeoden eingelagert sind, deren Eisenkarbonat im Hangenden im Bereich der Oxydationszone oft in Brauneisen umgewandelt worden ist. Oolithe mit einem Quarzkern und einer dünnen Schicht Eisenkarbonat sind selten. Ein auftretendes Basiskonglomerat führt viele Phosphorite und Brauneisenerzgerölle. Die höchsten Eisengehalte sind im Lias  $\alpha_3$  und Lias  $\gamma$  zu beobachten.



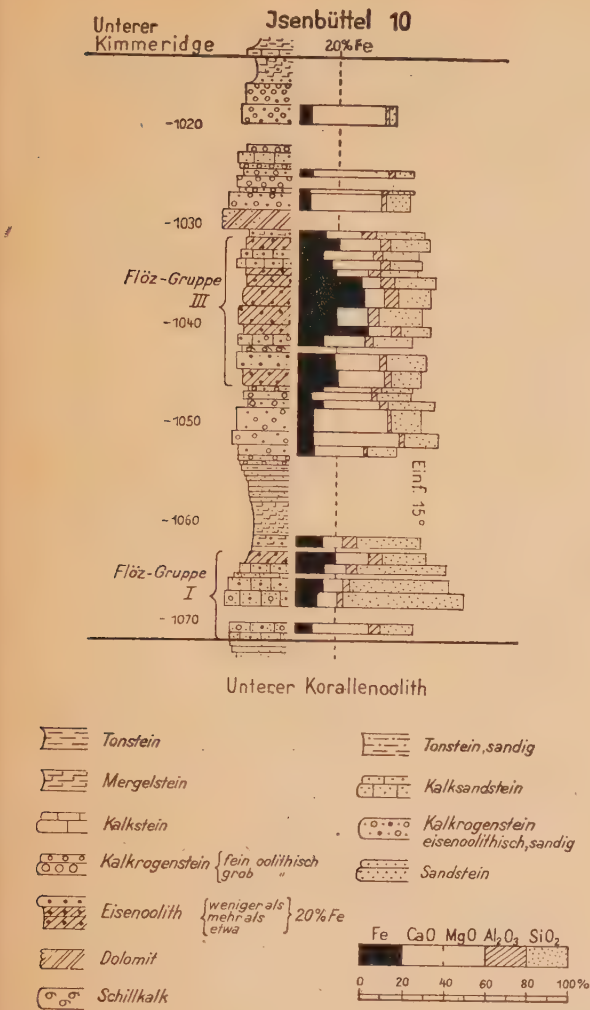


Abb. 3. Faziesprofil durch den erzführenden Korallenoolith der Bohrung Isenbüttel 10 in der Gifhorner Mulde nach SEITZ, 1950

Die Vorkommen jurassischer Eisenerze am N-Flügel der Asse und am S-Flügel des Elm sowie am N-Flügel des Elm und am S-Flügel der Helmstedter Braunkohlen-Mulde tragen ähnlichen Charakter wie das Vorkommen am N-Flügel des Großen Fallstein. Sie sind geringmächtig, von stärkeren Tonlagen durchsetzt und erreichen kaum Eisengehalte von 20%.

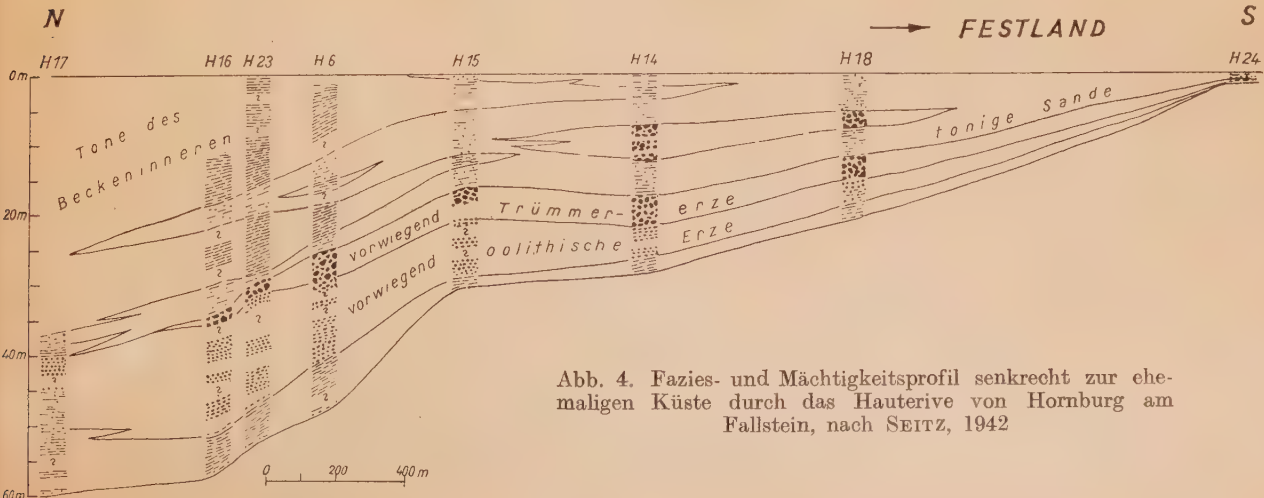


Abb. 4. Fazies- und Mächtigkeitsprofil senkrecht zur ehemaligen Küste durch das Hauterive von Hornburg am Fallstein, nach SEITZ, 1942

Neuere Bohrungen im Gebiet der Salzstöcke von Waddekath und Peckensen erbrachten in Tiefen von 800 bis 900 m oolithische Eisenerze des Korallenooliths.

Zusammenfassend kann man über die Fazies der Juraschichten sagen, daß es eine Zeit ausgesprochen reicher Eisenzufuhr gewesen ist, die in den küstennahen Räumen unter Hinzutreten günstiger tektonischer Bedingungen (Absinken der Ablagerungsgebiete während der Erzzufuhr) zu bedeutenden Erzkonzentrationen geführt hat. Die räumlich ausgedehnten Erzvorkommen, wenn auch im Anstehenden oft nur mit geringen Erzgehalten, lassen es nicht ausgeschlossen erscheinen, daß in größeren Teufen noch wirtschaftlich nutzbare Konzentrationen liegen.

2. Die Eisenerzvorkommen in der Kreide des Subherzyn

Die eisenhaltige Fazies der Kreide hat ihre Hauptverbreitung im Südtail des Subherzyns. Nur vereinzelte Vorkommen liegen im N und sind außer der Lagerstätte von Peine-Ilse nicht bauwürdig.

2.1. Das südlichste Eisenerzvorkommen der Unterkreide liegt bei Harzburg. Die Schichten transgredieren mit einem Basalkonglomerat des unteren Hauterive auf den Jura. Das Bindemittel ist kalkig oder tonig. Die konglomeratische Erzführung setzt mit verschiedenen mächtigem Zwischenmittel bis in das Barrême fort. Im Barrême sind neben den Geröllen auch Brauneisenoolithe nicht unwesentlich an der Zusammensetzung des erzführenden Gesteins beteiligt. Die letzten vereinzelten dünnen Geröllagen der Unterkreide treten im Hilssandstein des unteren Alb auf.

2.2. Die Trümmererze von Salzgitter, Hornburg und dem Kleinen Fallstein südlich des Großen Fallsteins sind genetisch verwandte Vorkommen. Sie gehören mit ihrer Erzführung alle drei dem Neokom an und sind in jüngeren oder älteren Kreideschichten nur unbedeutend erzführend. Dieser zeitlichen Einheitlichkeit — die nur in bezug auf das Neokom allgemein gültig ist — entspricht keine fazielle Gleichheit. Dies beruht einmal auf der petrographisch verschiedenen Materialzufuhr von dem südlich gelegenen Festland, zum anderen auf der tektonisch verschiedenen Anlage der einzelnen Gebiete, die zu einem rasch wechselnden ehemaligen Küstenverlauf geführt hat.



2.2.1. Die größte bekannte Eisenerzkonzentration der Unterkreide im nördlichen Harzvorland ist die Lagerstätte von *Salzgitter*. Sie zieht sich an den beiden Flanken des vorwiegend rheinisch streichenden Salzgitterer Sattels entlang. Durch die postkimmerische Zerlegung dieses Gebietes in mehrere Spezialsättel und Mulden treten aber auch alle anderen Streichrichtungen auf.

Der Abbau bewegt sich heute in Teufen bis über 800 m. Als Fördererze werden Erze mit einem Gehalt ab 28% Fe betrachtet. Durch Aufbereitung und Sinterung wird das Erz für den Hochofen bis auf 50% Fe angereichert.

Durch die kimmerischen Bewegungen war das nordwestliche Harzvorland in zahlreiche vorwiegend rheinisch und erzgebirgisch streichende Sättel und Mulden zerlegt worden, deren Ausbildung sich bis in die Unterkreide fortsetzte. Dies verursachte einen stark gebuchteten Küstenverlauf und damit rasch wechselnde Faziesverhältnisse. Auf den Sätteln und in den Mulden kam es dadurch zu häufig wechselnden Mächtigkeiten.

Die Eisenerzschüttung begann im N bereits im Valendis. Das Meer griff dann aber rasch nach S über und das Hauterive liegt bereits in weiter Verbreitung vor. Die transgressiven Verhältnisse hielten bis in das Barrême an, das Apt liegt teilweise regressiv vor, während das Alb eine allgemeine Transgression einleitet, die aber nicht mehr in Eisenerzfazies vorliegt. Die Unterkreide transgrediert über Schichten vom Unteren Buntsandstein bis in den Oberen Jura.

Die Transgression wird stets von einem kalkigen Basiskonglomerat begleitet, das alle Schichten der Unterkreide bis in das Barrême umfassen kann. Haupteisenträger sind jedoch das Hauterive und das Barrême. Statistische Untersuchungen ergaben, daß die Hauteriverze den Hauptanteil am oolithischen Erz von Salzgitter haben, während die Barrêmeerze meist in konglomeratischer, d. h. geröllreicher Ausbildung vorliegen. Die Grundmasse beider Erztypen ist tonig, mergelig, bisweilen auch kalkig-sandig. Vom älteren zum jüngeren Erz steigt der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt an. Das Eisen steht dazu im umgekehrten Verhältnis. Außerdem sinkt der Eisengehalt in den jüngeren Schichten durch immer häufiger werdende Einschaltung tauber geringmächtiger Zwischenmittel, die beim Abbau nicht ausgehalten werden können. Der zweite Grund für das Sinken der Fe-Gehalte ist die Abnahme des Oolithanteils, denn der Fe-Gehalt in den Oolithen ist höher als in den Geröllen.

Petrographisch ist das Eisen an Oolithe, Toneisensteine und Brauneisenerzgerölle gebunden. Mineralogisch tritt es als Limonit in Oolithen, Geröllen und bisweilen in der Grundmasse, als Siderit in den Toneisensteingeröllen und selten in den Oolithen, als Chamosit in Oolithen sowie als Glaukonit und als ein apfelgrünes Silikat auf. Pyritausscheidungen sind selten.  $\text{SiO}_2$  tritt als freier Quarz in den Quarzgeröllen, als diagenetische Ausscheidung in den Tonen und in den Eisensilikaten auf. Die Tone sind Illit, Kaolinit und Nontronit: Montmorillonit wurde noch nicht beobachtet. Als Spurenelemente, deren mineralogische Bindung offensteht, treten P, As, Mg und Ti auf. V ist vermutlich in das Gitter des Glaukonits eingebaut.

2.2.2. Durch Bohrungen wurde in dem Gebiet zwischen dem Salzgitterer Sattel und Hornburg am Großen Fallstein eine durchgehende Erzfazies mit geringen Eisen-

gehalten ermittelt. Bei *Hornburg* selbst ist es wieder zu bauwürdigen Eisenanreicherungen in nicht zu großen Teufen gekommen. Die Erze gehören den Simbirskiten-Schichten des Hauterive an. Gegenüber Salzgitter haben also die Zeiten der Erzsüttung gewechselt. Die ältesten Kreideschichten, die in geringmächtiger Erzkonglomeratfazies ausgebildet sind, sind die *Bivirgatus*-Schichten des Hauterive. Außer in den Simbirskiten-Schichten kam es nur noch im unteren Gault zu einer schwachen Eisenerzanreicherung. Transgressionshorizonte in ungestörtem stratigraphischen Verband sind bei Hornburg die Schichten vom Dogger  $\beta$  bis zum Mittleren Keuper. Seine größten Mächtigkeiten hat das Lager im N nahe dem heutigen Ausbiss des Hauterive. Nach Süden dünnt es mit dem gesamten Schichtenpaket der Unteren Kreide allmählich aus.

Die Petrographie des Erzlagers ist als eine küstennahe Bildung recht wechselnd. Die Grundmasse ist vorwiegend mergelig, der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt bleibt in abbauwürdigen Grenzen. In diese Grundausbildung schalten sich unstet verteilt tonige oder sandige Lagen von verschiedener Dicke ein. Der Kalkgehalt bleibt immer von untergeordneter Bedeutung.

Das Eisen ist auch hier wie in Salzgitter an Toneisensteine, Brauneisenerzgerölle und Oolithe gebunden. Mineralogisch ist es in bezug auf den Eisengehalt ebenfalls ähnlich Salzgitter ausgebildet. Es fehlen nur die Chamositooide. Die Verteilung der verschiedenen Erzfazies ist regelmäßiger als in Salzgitter. In Küstennähe herrschen die gröberen Gerölle vor, nach N, in Entfernung von der ehemaligen Küste bilden die Oolithe die Haupteisenträger. In Salzgitter konnte eine solche Abnahme der Korngrößen mit der Entfernung von der Küste nicht festgestellt werden. Nach SO zu werden die Eisensilikate zum häufigen Träger des Metallgehalts.

2.2.3. Im SO an die Lagerstätte von Hornburg unmittelbar anschließend liegt die eisenerzführende Unterkreide des *Kleinen Fallsteins*. Transgressionshorizont ist hier ausschließlich der Mittlere Keuper. Im Westteil der Lagerstätte setzte die Transgression mit einem geringmächtigen Basiskonglomerat ein, das von einem unteren Erzlager durch ein geringmächtiges Schiefertonzwischenmittel getrennt ist. Das Basiskonglomerat wurde im Ostteil der Lagerstätte in den Bohrungen noch nicht nachgewiesen. Die Unterkreide ist hier im Hauterive und im Barrême erzführend. Nach S dünnen die Schichten in Richtung des Einfallens aus.

Die Lagerstätte ist von ausgesprochen konglomeratischer Beschaffenheit. Nur selten konnten in Schliffen und Körnerpräparaten vereinzelte Brauneisenooolithe nachgewiesen werden. Die Gerölle sind Toneisensteingerölle, die in den großen Fraktionen wenig abgerollt sind. Die Umwandlung des Siderits der Toneisensteine ist schon recht weit fortgeschritten, so daß fast nur noch Brauneisengerölle mit unterschiedlichen Eisengehalten vorliegen. Der Eisengehalt ist außer an Brauneisen noch an ein apfelgrünes Silikat gebunden, das seinem chemischen Verhalten nach kein Glaukonit oder Chamosit ist. Der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt stammt aus den Tonen, den Eisensilikaten und nur zu einem geringen Teil aus freiem Quarz. Der Mg-Gehalt entstammt diagenetisch gebildetem Dolomit, der in feinsten Rhomboedern eingelagert ist. Der Kalkgehalt ist feinstverteilt im Bindemittel als eine der letzten Bildungen eingelagert.



2.3. Die Oberkreideerde von *Peine-Ilse* nordwestlich Braunschweig liegen an der Basis des Santon. Sie wurden in den beiden Mulden von Bülten-Adenstedt und Lengede abgelagert, die während der Oberkreide als Senkungströge ausgebildet waren. Die Transgression griff auf alle älteren Schichten der Kreide über. Dabei wurde dieses alte Material aufgearbeitet. Entgegen der früheren Ansicht, daß hier nur Schichten des Gault aufgearbeitet wurden, ergaben neueste Untersuchungen, daß sich alle älteren Kreideschichten bis zum Neokom an dem Aufbau dieser Oberkreidelagerstätte beteiligen.

Das Erz von Peine-Ilse ist mit 32 bis 34% Fe, 15 bis 17% CaO und 5 bis 10% SiO<sub>2</sub> ein ausgesprochen basisches Erz. Sein Kalkgehalt entstammt den unterlagernden kalkhaltigen Kreideschichten. Es sind jetzt Kalkmergel, Tonmergel oder harte splitterige Kalke, in die sich gelegentlich dünne tonige oder sandige Bänke einschalten.

Der Eisengehalt ist an die aufgearbeiteten Toneisensteingeoden der Kreide gebunden. Viele Gerölle sind noch Toneisensteine, enthalten also Siderit, andere sind aber auch zu Eisenhydroxyden umgewandelt worden. Auch Glaukonit findet sich sowie Kalkbruchstücke, die von einer dünnen Limonitschicht umgeben sind. Oolithe werden auf dieser Lagerstätte kaum gefunden. Das Eisenerzlager von Peine-Ilse ist sehr phosphorreich, was auf einen hohen Gehalt an Phosphoriten im primären Erz zurückgeht.

2.4. Neben den großen Vorkommen eisenhaltiger Unterkreide sind im Subherzyn noch kleinere geringmächtige Eisenlager mit unbauwürdigen Konzentrationen abgelagert worden. Sie liegen am N-Flügel des Großen Fallstein, an der N-Flanke der Asse, am Salzstock von Vorhop und bei Broistedt. Es handelt sich hier um tonige, mergelige und bisweilen auch kalkige Vorkommen, die in ihrer ganzen Ausbildung den großen Lagerstätten sehr ähnlich sind. Die Ursachen für eine geringere Erzkonzentrierung können sehr verschiedene sein und ihre Aufzählung würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten.

2.5. In der Oberkreide ist die Verbreitung eisenerzführender Schichten im Vergleich zu Jura und Unterkreide recht gering. Das einzige bauwürdige Vorkommen liegt bei Peine-Ilse. In einer recht ähnlichen Fazies, die sich zeitlich mit dem Vorkommen von Peine-Ilse deckt, ist erzführendes Santon bei Harzburg abgelagert worden. Das Santon transgrediert auf alle Schichten der Unterkreide, während die ältere Oberkreide fehlt. Das Erz kann als kalkiger Zuschlag abgebaut werden.

### Zusammenfassung

Abschließend kann man sagen, daß in Jura und Kreide sehr viele Schichten eisenerzführend ausgebildet wurden, daß es zu bauwürdigen Konzentrationen indes nur kam, wenn günstige Küstenlage, absinkender Meeresraum und genügende Materialzufuhr vom Festlande zusammentrafen.

### Literatur

1. BROCKAMP, B.: Zur Entstehung deutscher Eisenerzlagerstätten. — Archiv f. Lagerstättenfg. H. 75, 1942.
2. KÖLBEL, H.: Die tektonische und paläogeographische Geschichte des Salzgitterer Gebietes. — Abh. d. Reichsamtes f. Bodenf. N. F., H. 207, Berlin 1944.
3. SEITZ, O.: Über Stratigraphie und Paläogeographie des Salzgitterer Eisenerzes im Gebiet von Hornburg. — Jb. d. Reichsamtes f. Bodenf. Bd. 43, Berlin 1942.
4. — Das Eisenerz im Korallenoolith der Gifhorner Mulde und Bemerkungen über den Oberen Dogger und die Heersumer Schichten. — Geol. Jb. für die Jahre 1943 — 1948, Bd. 64, Hannover/Celle 1950.
5. THOMAS, E.: Genetische Betrachtungen über Lias- und Neokombablagerungen am Fallstein und ihre Eisenerze. — Jb. d. Hall-Verb. 4, S. 74, Halle/Saale, 1923.

## Gelenktes Laugen im Salzgebirge

Von KARL BAUMANN, Dresden

Mitteilung aus dem Institut für angewandte Mineralogie, Dresden

In den Jahren 1949/1950 untersuchte Verfasser die Gewinnung von Salz aus dem Haselgebirge des Salzstockes Mirovo in Bulgarien. Hierbei wurde die Technologie des gelenkten Laugens entwickelt (3,8). Die Ergebnisse dürften gegebenenfalls unter anderen Voraussetzungen auch für weitere Aufgaben, wie z. B. zum Laugen von Hohlräumen für die untertägige Gasspeicherung, Anregungen bringen.

### 1. Bekannte Laugverfahren

Überall dort, wo Steinsalzlager stark verunreinigt sind, muß geprüft werden, ob die herkömmliche Art des bergmännischen Trockenabbaues, oder ob der Abbau der Lagerstätten auf nassem Wege unter Gewinnung von annähernd gesättigter Sole wirtschaftlich anzuwenden ist.

Im Rahmen der Auslaugverfahren, bei denen die Sole in den Grubenräumen erzeugt wird, wurde kurz vor der Jahrhundertwende in Schönebeck ein Spritzverfahren eingeführt, bei dem zylindrische Aussolungs-

kessel hergestellt werden. Man verwendet hierzu eine Einrichtung, die dem SEGNERschen Wasserrad entspricht (5). In Bernburg und Plömnitz wird das Spritzverfahren mit dem Auslaugen durch stehende Lösungswässer kombiniert (Solvay-Verfahren). Es entstehen hierbei langgestreckte Räume, die den Abbaukammern der Trockengewinnung ähneln (5).

Schon seit dem 12. Jahrhundert wird in den österreichisch-bayerischen Alpenländern der Abbau des Haselgebirges in Hall, Ischl, Hallstatt, Hallein und Aussee auf nassem Wege durchgeführt. Die Sole wird hier durch Auslaugen des Gebirges in planmäßig vorgerichteten Auslaugungsräumen, „Werken“, „Sink“- oder „Laugwerken“, gewonnen. Durch trockenen bergmännischen Betrieb werden diese „veröffnet“, dann aber durch Einleiten von Wasser, „Verwässerung“, erweitert. Ein derartiges Gebäude ist in Abb. 1 dargestellt, und zwar in einer Form, wie es 1850 am Salzberg zu Hall in Betrieb war (5). Hierbei wird der Himmel planeben geätzt, und die Ulmen stellen sich



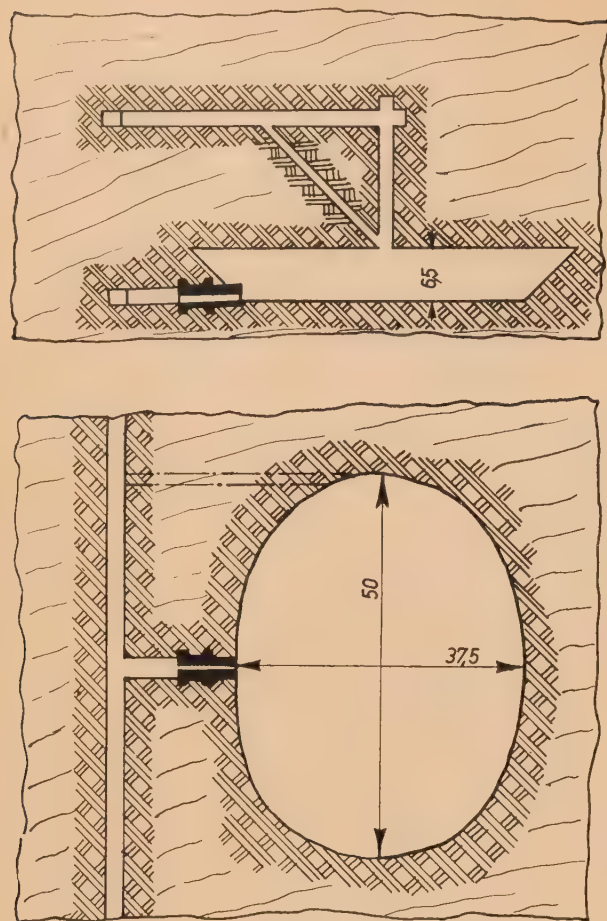


Abb. 1. Laugwerk am Salzberg zu Hall 1850 (nach FÜRER)

unter  $45^\circ$  ein. Nach Ausschöpfen oder Ablassen der gesättigten Sole werden die Werke von neuem mit Wasser gefüllt, in steter Wiederholung durch Jahrzehnte hindurch, bis die Größe der Himmelsfläche ein Zubruchgehen des Deckgebirges oder der Schweben befürchten läßt. Erst nachdem die von F. VON SCHWIND im Jahre 1849 aufgestellten Grundsätze anerkannt, die Betriebe planmäßig geführt und die Laugwerke wie die „Zimmer eines Gebäudes“ übereinander gestellt wurden, war eine bessere Ausnutzung der Lagerstätten gegeben. Die Abbauverluste betrugen aber immerhin noch 86,8%.

AIGNER erkennt 1892: „Jeder neu anzulegende Werksatz ist abhängig von dem Aufsiedewinkel, von seiner Etagenhöhe und von der Endfläche (Himmelsfläche), welche wieder eine Funktion der Tragfähigkeit ist. Letztere kann nach den heutigen Erfahrungen

für Hall	mit $5040 \text{ m}^2 = \text{rd. } 80 \text{ m } \varnothing$
„ Ischl	„ $7612 \text{ m}^2 = \text{rd. } 99 \text{ m } \varnothing$
„ Hallstatt	„ $7970 \text{ m}^2 = \text{rd. } 101 \text{ m } \varnothing$
„ Hallein	„ $9703 \text{ m}^2 = \text{rd. } 111 \text{ m } \varnothing$
„ Aussee	„ $14026 \text{ m}^2 = \text{rd. } 134 \text{ m } \varnothing$

angenommen werden.“

Legt man die Annahmen der projektierten Werksformen AIGNERS zugrunde, so ermittelt sich für eine Himmelsfläche von  $4780 \text{ m}^2$  ein Durchmesser von rd. 78 m bei einer Stärke der Schweben von 18 m. Diese gleichmäßig starke „Platte“ kann keinesfalls der von AIGNER selbst aufgestellten Forderung auf „Stabilität“ genügen, da die auftretende Stützlinie aus dem Kern verlaufen muß und somit die für jedes Gebirge gefährlichen Zugspannungen auftreten, gleichgültig, ob die

Platte von oben zusätzlich belastet wird oder nur ihr Eigengewicht zu tragen hat. Die Schweben über den Laugwerken müssen eine Form erhalten, die dem Verlauf der Gewölbestützlinie entspricht. Sie sind unter einer zu wählenden zulässigen Beanspruchung so auszubilden, daß Zugspannungen nicht auftreten. Zwischenzeitlich ging jedoch die Entwicklung des Laugwerkbetriebes in den österreichisch-bayerischen Alpenländern über die kontinuierliche Wässerung, der Wässerung mit schwachhaltiger Sole, lediglich um die Ulmen steiler zu stellen, zum Schachtwerksbetrieb über. Als Beispiel sei hier das „Scheuchstuel-Werk“ angeführt (Abb. 2). Es wurde von A. SCHERNTHAUER 1888 auf dem Salzberge zu Aussee (4) eingeführt. Als Gesamtergebnis dieses Werkes am 12. 5. 1891 sei zusammengefaßt:

Gesamthöhe	..... 20,08 m
Himmelsschlußfläche	3384 $\text{m}^2 = \text{rd. } 65 \text{ m } \varnothing$
erzeugte Sole	..... 1 982 523 hl
erzeugtes Salz	..... 63 440 t
erzeugtes Salz/Jahr	~ 19 000 t.

Die erstrebte Zylinderform — „von jeher das einzige Ziel des Bergmannes“ — wurde somit nahezu erreicht, so daß AIGNER diese Werke bei einem Abbaufeld von  $644\,000 \text{ m}^2$  und 152 m Höhe, in vier Etagen zu 38 m aufteilte und 154 Werke je Etage projektierte. Der Anfangsdurchmesser wird mit 40 m, der Zylinderdurchmesser mit 58 m, die Versudhöhe mit 30 m angegeben, woraus sich die Stärke der Schweben zu 8 m ermittelt (Abb. 3).

Die Gesamtgrundfläche für jedes Laugwerk beträgt  $644\,000 : 154 = 4180 \text{ m}^2$ , der Laugwerkquerschnitt  $2590 \text{ m}^2$ , so daß die Pfeilerquerschnittsfläche  $1590 \text{ m}^2$ , der Laugwerksinhalt rd.  $70\,000 \text{ m}^3$  betragen. Nach der Grundgleichung der Gebirgsmechanik (8) errechnet sich für die Pfeilerbeanspruchung der  $c$ -Wert mit  $198 \text{ kg/cm}^2$ ; der Abbauverlust beträgt 52,9%.

Durch diese Projektierung erreichte AIGNER schon vor fast 60 Jahren rein empirisch die Stabilität des Grubengebäudes bezüglich der Pfeilerabmessungen in vertikaler Richtung, jedoch nur bis zu einer Teufe von 400 m.

Es ist nun interessant, zu sehen, wie diese Erfahrungswerte mit den Ergebnissen der Gebirgsmechanik (8) übereinstimmen:

„Laugwerke können somit der idealen Zylinderform nahekommen, wobei die Pfeiler in genauer geometrischer

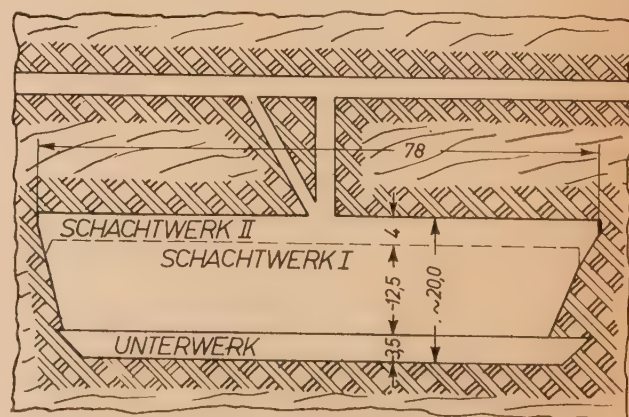


Abb. 2. Scheuchstuel-Werk auf dem Salzberge zu Aussee 1888 (nach FÜRER)



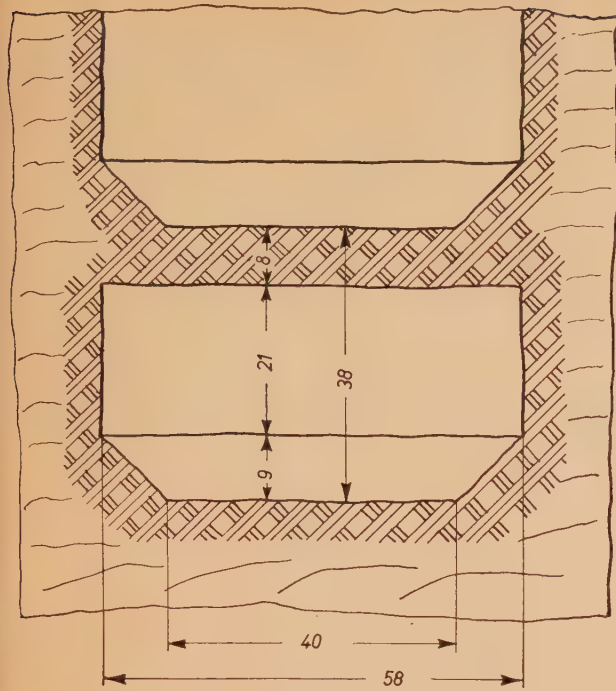


Abb. 3. Projektierte Laugwerke nach AIGNER

Lage zueinander für die vertikale Stabilität des Grubengebäudes zu dimensionieren sind. Die schachtbrettartige Anordnung der Pfeiler wie auch die Zylinderform der Laugwerke senken die Abbauverluste auf ein Mindestmaß.“

## 2. Die Berechnung der Pfeiler- und Laugwerk-Abmessungen

### 2.1 Voraussetzung für die Berechnung

Für die Anwendung der Gebirgsmechanik ist die Kenntnis der spezifischen Belastbarkeit des Salzgebirges unerlässlich. Für das bulgarische Salzgebirge des Salzstockes Mirovo wurde dieser Wert mit  $360 \text{ kg/cm}^2$  im Institut für Bergbau und Bergwirtschaft an der Bergakademie Freiberg ermittelt. KEGEL berichtete hierüber eingehend im Jahre 1951. Die Probekörper stammten aus nur 50 m Teufe und aus einem beschränkten Umkreis. Später wird ersichtlich, daß der aus diesen Körpern ermittelte  $c$ -Wert ausschlaggebenden Einfluß auf die Pfeilerquerschnitte und Abbauverluste hat. Die Druckversuche wurden an zylindrischen Körpern verschiedenen Durchmessers und verschiedener Höhen durchgeführt und ergaben außer dem schon erwähnten  $c$ -Wert, daß der Verformungsbeiwert speziell für dieses Gebirge gleich Null zu setzen ist, so daß zu den Berechnungen der Laugwerkabmessungen, der Pfeilerbreiten usw. nur noch die Gleichung heranzuziehen ist:

$$y = \frac{c}{S} \cdot \sqrt{\frac{d}{h}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Es sind:

- $y$  = die spezifische Belastung des tragenden Pfeilers durch seine Auflast in  $\text{kg/cm}^2$
- $c$  = spezifische Druckfestigkeit des anstehenden Gebirges in  $\text{kg/cm}^2$
- $S$  = Sicherheitsfaktor
- $d$  = die kleinste Pfeilerbreite in m
- $h$  = die Höhe der Pfeiler in m.

Nach KEGEL (8) sind offenbar Pfeiler mit quadratischem oder sechseckigem Querschnitt besonders

vorteilhaft. Der Abbau ist so zu gestalten, daß bei möglichst massigen Pfeilern Kammern von einer Größe entstehen, wie die Deckenfestigkeit es zuläßt. F. VON SCHWIND erklärt schon im Jahre 1870, daß über Laugwerken aufgetretene Himmelsbrüche nie die Grenzen der Werksulmen überschritten hätten und nur den Raum erfaßten, der sich zwischen der Himmelsfläche und „einem im festen Gebirge gedachten tragfähigen Gewölbe“ (ACB der Abb. 4) befindet.

SCHWIND erkennt somit, daß sich über jedem Abbauraum ein Gewölbe bilden muß, dessen untere Begrenzung (die Bogenlinie ACB) annähernd dem Verlauf der aus Eigengewicht und Auflast sich bildenden Gewölbestützzlinie entspricht. Danach sind die Bruchmassen innerhalb des Bogenraumes (ACB) für das Gewölbe nur Ballastmassen, die die Tragfähigkeit des eigentlichen Gewölbes herabsetzen. Nachdem aber der Ballast herabgebrochen, der Gleichgewichtszustand im Gewölbe eingetreten war, standen diese Gewölbe, wie wiederum von SCHWIND aus seinen reichen Erfahrungen berichtet, für „Jahrhunderte gefahrlos und sicher“. Gefahrlos hätte man unter diesen sich selbst gebildeten Gewölben die Bruchmassen hereingewinnen können. Die Beobachtungen von Schwind sind wertvolle Hinweise und mit den neuesten Untersuchungsmethoden über die Tragfähigkeit von Gewölben zu koordinieren.

Unter der Annahme, daß die von SCHWIND beobachteten Himmelsbrüche bei Laugwerkdurchmessern von rd. 100 m auftraten, die Himmelsfläche vor dem Zubrechgehen bei rd. 8 m über Sohle stand und die sogenannte Etagenhöhe 38 m (20 Klafter) betrug (Abb. 4), ergibt sich für den Gewölbebogen, der angenähert ein Kreisbogen ist, ein Radius von 62 m bei einer Pfeilhöhe von 25 m. Bezeichnet man den Laugwerkdurchmesser mit  $D$ , die Pfeilhöhe mit  $f$  und den zugehörigen Gewölberadius mit  $R_G$ , ergeben sich folgende Beziehungen:

$$f = 0,25 D$$

$$R_G = 0,62 D.$$

### 2.2 Die Berechnung der Gewölbe

Ansätze zu einer statischen Berechnung von Gewölben im Salzbergbau sind bisher nicht bekannt. Ebenso fehlen Versuche, die einen Einblick in die zweifellos nicht einfachen Zusammenhänge zulassen. SPACKELER weist 1950 besonders auf die Gewölbebildung über Abbauräumen hin. RITTER (11) und KOMERELL (10).

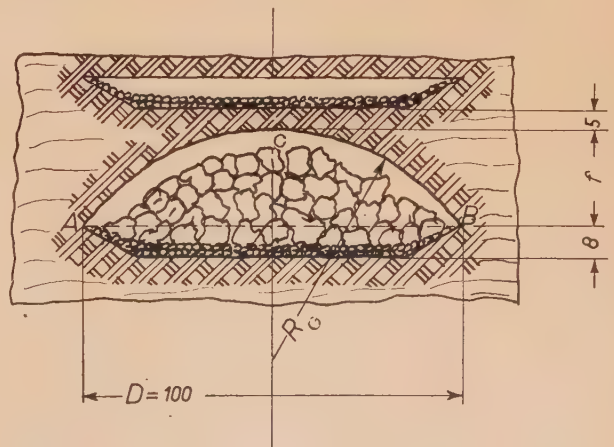


Abb. 4. Bruch eines Laugwerkes nach F. VON SCHWIND



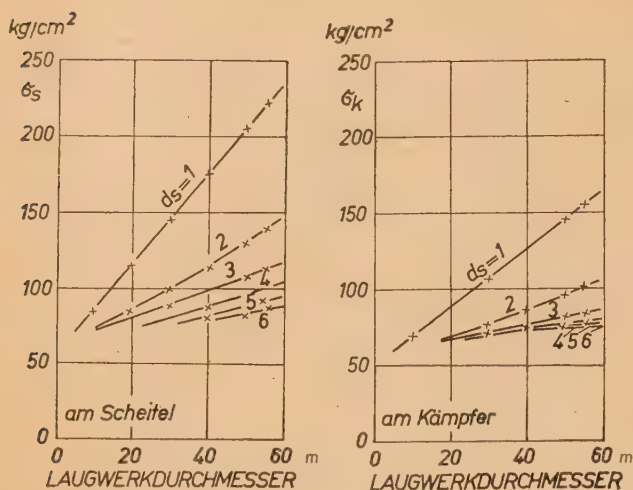


Abb. 5. Spannungen am Gewölbe-Scheitel und Kämpfer in Abhängigkeit vom Laugwerkdurchmesser D und von der Scheitelstärke  $d_s$

befassen sich mit Berechnungen von Gewölbeauskleidungen. BÖRGER (4) untersucht die Verhältnisse beim versatzlosen Steinsalzfirstenbau. Der Verfasser versuchte erstmalig 1950 mit den rechnerischen Hilfsmitteln, die zur Dimensionierung großer Brückenbogen aufgestellt wurden, die Standfestigkeit der als Gewölbe ausgebildeten Schweben nachzuprüfen. Diese Ansätze können nicht exakt den bergbaulichen Bedingungen entsprechen. Im Rahmen dieses Aufsatzes kann nur das Ergebnis dieser Ermittlungen graphisch wiedergegeben werden (Abb. 5).

Es bedeuten:

- $d_s$  = Gewölbestärke am Scheitel m
- $\delta_s$  = Spannungen am Gewölbescheitel  $\text{kg/cm}^2$
- $\delta_K$  = Spannungen am Kämpfer  $\text{kg/cm}^2$

Aus Abb. 5 ist zu entnehmen, daß die Beanspruchungen am Gewölbescheitel mit zunehmender Scheitelstärke fallen. Nach STRASSNER (15) gibt es eine optimale Scheitelstärke, die ein Spannungsminimum erreicht.

Abb. 5 zeigt weiter, daß der Einfluß der wachsenden Scheitelstärke auf die Herabsetzung der Spannungswerte immer kleiner wird und bei einigen Werten für die Kämpferspannungen der Umkehrpunkt schon überschritten ist.

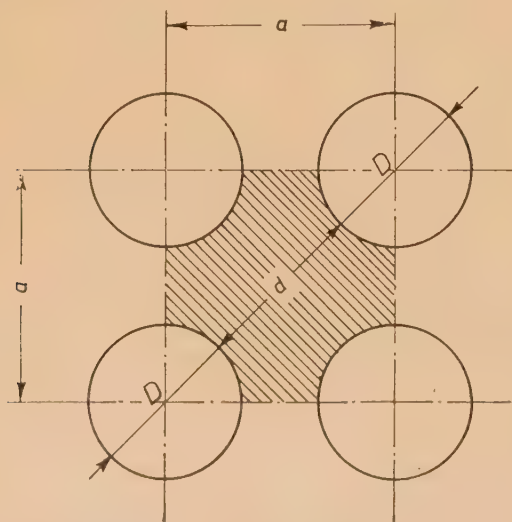


Abb. 6. Laugwerkabstand  $a$  in Abhängigkeit vom Laugwerkdurchmesser D und der Pfeilerbreite  $d$

Weñn auch die Berechnung der Gewölbe nach bautechnischen Gesichtspunkten durchgeführt wurde, so zeigt sich doch, daß beim Vergleich mit den Erfahrungswerten aus dem Bergbau auf Haselgebirge nahe Beziehungen bestehen.

### 2.3 Die Berechnung der Pfeiler

Stark beeinflussend für die Dimensionierung der Pfeiler ist der Laugwerkachsabstand, der einheitlich für das gesamte Grubengebäude zu wählen ist, damit die Pfeiler aller Abbausohlen untereinanderstehen und in ihren Querschnittflächen mit wachsender Teufe zu nehmen. Dagegen nehmen die Laugwerkquerschnitte in gleichem Maße ab. Der größtmögliche Laugwerkdurchmesser sowie der kleinstmögliche Abstand der

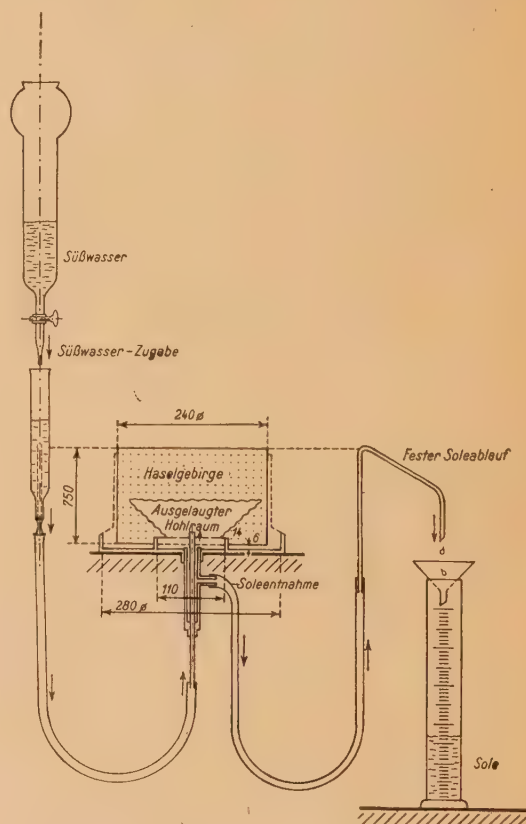


Abb. 7. Anordnung des Laugversuches 1, Süßwasserzufuhr von unten

Zylinderwandungen voneinander in der höchstgelegenen Sohle bestimmen somit den Laugwerkachsabstand (Abb. 6).

Nach der schon unter 2.1 angeführten Grundgleichung der Gebirgsmechanik wurden bei einem Laugwerkachsabstand von 60 m und einer Pfeilerhöhe von 40 m folgende Werte ermittelt:

Teufe	Laugwerk- $\varnothing$	Pfeilermaß	Abbauverlust
m	D	d	%
300	54,1	30,75	48,9
350	51,7	33,15	53,4
400	49,4	35,45	57,2
450		Sicherheitsfeste	
500	46,7	38,15	61,9
550	44,5	40,35	65,4
600	42,3	42,55	68,8





Abb. 8. Ergebnis des Versuches 1, aufgeschnittener Versuchskörper

### 3. Das gelenkte Laugen

3.1 Aus den Errechnungen im vorhergehenden Kapitel ergibt sich für jede Teufe und für jeden Belastungsfall ein bestimmter Laugwerkdurchmesser bei veränderlicher Höhe am Scheitel der Laugwerkgewölbe. Es war daher zu untersuchen, ob Laugwerke so gelenkt und gesteuert werden können, daß die festgelegten Dimensionen der Werke nur durch den Angriff von Süßwasser herstellbar sind.

Eine Steuerung oder Lenkung des Laugwerkbetriebes ist im intermittierenden Betrieb nicht möglich, sondern kann nur im kontinuierlichen Betrieb erzielt werden. Erst der kontinuierliche Betrieb erlaubt eine ausgesprochene Himmelsverätzung, wobei der Angriff auf die Ulmen so gemindert werden muß, daß diese sich als senkrechte Wandungen ausbilden.

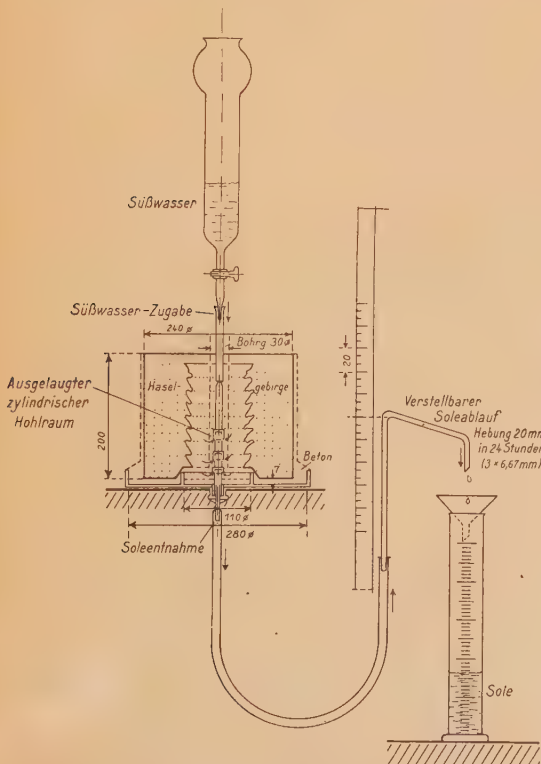


Abb. 9. Anordnung des Laugversuches 2, Süßwasserzufuhr von oben mit verstellbarem Soleablauf

Um die hierfür notwendigen Erkenntnisse zu erhalten, wurden drei Auslaugversuche durchgeführt. Das Bulgarische Bergbauministerium stellte der Bergakademie Freiberg zylindrische Haselgebirgskörper aus dem Salzstock Mirovo zu Druckversuchen zur Verfügung, von denen drei Körper freundlicherweise für die entsprechenden Versuche abgezwiegt wurden.

#### 3.2 Die Laugversuche

Versuch 1. Mit diesem Versuch sollte als Grundlage für die folgenden das sogenannte Versudmaß festgestellt werden, d. h. dasjenige Maß, um welches sich der Himmel des Laugwerkes bei dauernder Berührung mit Süßwasser in der Zeiteinheit hebt. Es wurde angenommen, daß dieses Maß für ein bestimmtes Salz bei gleichmäßiger Temperatur eine Konstante darstellt, die bei



Abb. 10. Ergebnis des Versuches 2

der Berechnung aller erforderlichen Größen, wie Süßwasserzugabe usw., vordringlich festzustellen war. Die Versuchsanordnung ist aus Abb. 7 ersichtlich.

In 131,5 Stunden Betriebszeit ergaben sich folgende Werte:

an Süßwasser zugeführt . . . . .	7747 cm <sup>3</sup>
an Sole abgeführt . . . . .	8635 cm <sup>3</sup>
mittlerer Salzgehalt der Sole nach Verdampfungsrückständen in 1000 cm <sup>3</sup> Sole . . . . .	302,2 g
ausgelaugter Raum . . . . .	1244 cm <sup>3</sup>
Leistung der Himmelsfläche an Salz je 100 cm <sup>2</sup> und Stunde . . . . .	9,09 g.

(Abb. 8).

Versuch 2. Die Versuchsanordnung ergibt sich aus Abb. 9.

Nach 197 Stunden Versuchszeit ergaben sich folgende Werte:

an Süßwasser zugeführt . . . . .	7500 cm <sup>3</sup>
an Sole abgeführt . . . . .	7950 cm <sup>3</sup>
mittlerer Salzgehalt der Sole nach Verdampfungsrückständen in 1000 cm <sup>3</sup> . . . . .	314,95 g
Leistung der Himmelsfläche an Salz je 100 cm <sup>2</sup> und Stunde . . . . .	17,2 g.

Der Versuch beweist, daß zylindrische Körper durch Auslaugen herzustellen sind, wenn Süßwasserzugabe



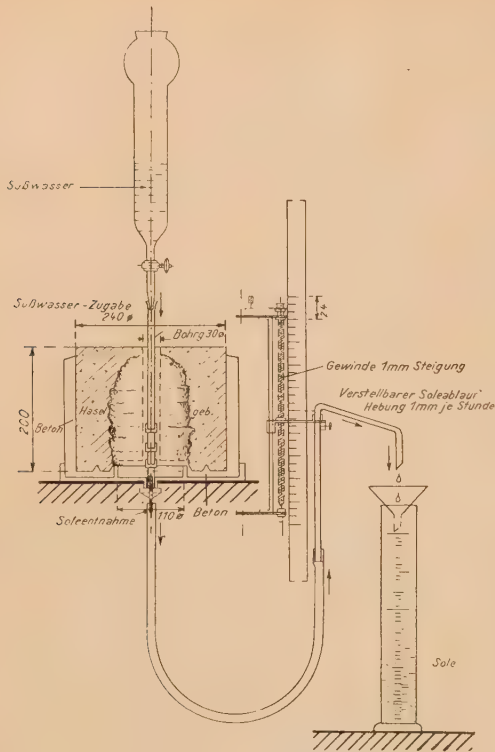


Abb. 11. Anordnung des Laugversuches 3, Süßwasserzufuhr von oben, über eine Spindel verstellbarer Soleablauf

und Soleentnahme in der Zeiteinheit aufeinander abgestimmt werden (Abb. 10).

Versuch 3. Die Versuchsanordnung ergibt sich aus Abb. 11 und wurde gegenüber Versuch 2 insofern geändert, als der Vorschub des Soleüberlaufes durch eine Spindel mit Millimeterteilung erfolgte. Während der Versuchsdauer wurde die Spindel je Stunde einmal gedreht und ergab somit ein tägliches Versudmaß von 24 mm.

Dieser Versuch sollte die Ergebnisse des Versuches 2 nachprüfen und gleichzeitig beweisen, daß auch eine Gewölbebildung über den Laugwerkzylindern möglich ist.

Nach 174 Stunden Versuchszeit ergaben sich folgende Werte:

an Süßwasser zugeführt . . . . .	8596 cm <sup>3</sup>
an Sole abgeführt . . . . .	9590 cm <sup>3</sup>
mittlerer Salzgehalt in 1000 cm <sup>3</sup> Sole . . .	314 g
Leistung der Himmelsfläche an Salz je 100 cm <sup>2</sup> und Stunde . . . . .	rd. 20,0 g.

Der Versuch erbrachte den Beweis, daß jede Gewölbebildung über dem Laugwerk möglich ist, wenn Versudmaß, Süßwassermenge und Soleentnahme aufeinander abgestimmt werden (Abb. 12a u. 12b).

4. Schlußfolgerungen

Die Versuchswerte lassen sich auf die unter 2.3 ermittelten Laugwerkabmessungen übertragen, wie aus nachstehender Gegenüberstellung mit den Ergebnissen des Scheuchenstuel-Werkes ersichtlich ist.

	Scheuchenstuel-Werk	Laugwerk in 400 m Teufe
mittlerer Laugwerkdurchmesser . . . . . m	61,9	49,4
mittlerer Laugwerkquerschnitt . . . . . m <sup>2</sup>	3010	1917
mittlere Laugwerkhöhe . . . m	20,08	40
Laugwerkinhalt . . . . . m <sup>3</sup>	60400	77080
Laugzeit . . . . . Jahre	3,36	5,56
Salzerzeugung . . . . . tato	69,9	70,9.

Die tägliche Produktionsziffer des Scheuchenstuel-Werkes und die aus den Versuchswerten ermittelte Zahl liegen somit praktisch auf gleicher Höhe.

Wenn auch die Versuche an Probekörpern aus dem Haselgebirge von Mirovo zur Gewinnung von Salz durchgeführt wurden, so lassen sich die Erkenntnisse auch zum Laugen von Hohlräumen für andere Aufgaben, wie u. a. zur untertägigen Speicherung von Gas, anwenden.

Sollen Laugwerke ohne bergmännische „Veröffnung“ erstellt werden, so kann das gelenkte Laugen auch durch zwei coaxial eingesetzte Rohre oder Rohrstränge erfolgen, wobei über den Ringraum das Süßwasser kontinuierlich eingepumpt wird und die Sole aus dem inneren Rohr austritt.

Es erscheint möglich, auch von niedergebrachten Bohrungen aus bergmännische Hohlräume im Salzgebirge nach festgelegten Dimensionen zu laugen.

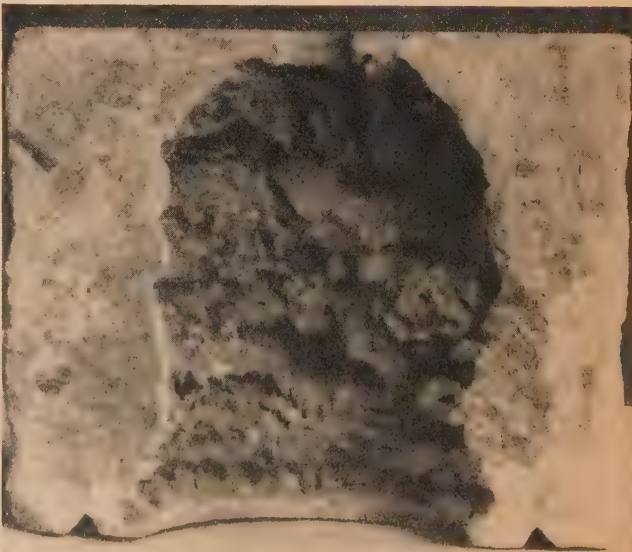
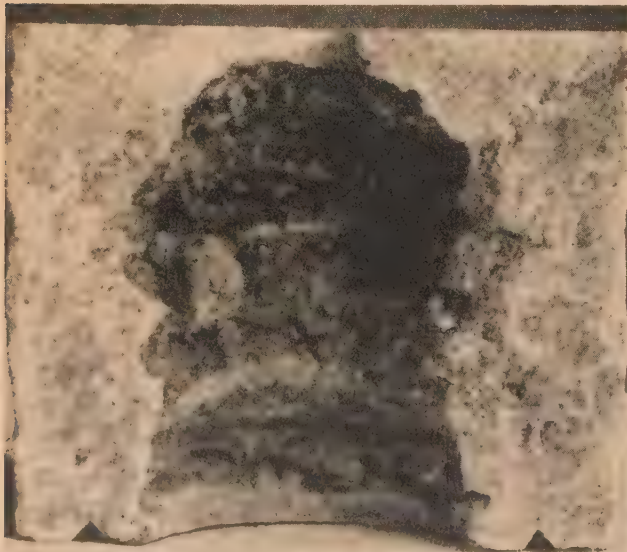


Abb. 12a u. 12b. Ergebnis des Versuches 3, die beiden Hälften des Versuchskörpers



## Literatur

1. AIGNER, A.: Der Salzbergbau in den österreichischen Alpen. — Berg- u. Hüttenm. Jahrb., Wien 1892.
2. — Die Salzberge der Alpenländer am Ende des neunzehnten Jahrhunderts. — Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, S. 90, Wien 1898.
3. BAUMANN, K.: Die Gewinnung von Salz durch gelenktes Laugen. Untersucht für den Salzstock Mirovo/Bulgarien. — Dissertation Freiberg 1950.
4. BÖRGER: Die Beziehungen zwischen Gebirgsdruck und Abbausicherheit unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse beim versatzlosen Steinsalzfirstenbau. — Zeitschrift „Kali“, 1929.
5. FÜRER, F. A.: Salzbergbau u. Salinenkunde, Braunschweig 1900.
6. HAUENFELS, v.: Die Himmelsverätzung mit besser geregelten Einrichtungen für Zu- und Abfluß. — Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, S. 373, Wien 1891.
7. Die Solegewinnung im Graf-Moltke-Schacht zu Schönebeck a.E. — Zeitschrift „Kali“, 1936.
8. KEGEL, K.: Bergmännische Gebirgsmechanik im Abbau bei festem und losem Gebirge. — Halle/S. 1950.
9. — Der Salzstock Mirovo bei Provadia in Bulgarien. — Ber. ü. d. Verh. d. sächs. Akad. d. Wiss. zu Leipzig, Bd. 98, Heft 3, 1951.
10. KOMERELL: Statische Berechnung von Tunnelmauerwerk. — Berlin 1912.
11. RITTER: Statik der Tunnelgewölbe. — Berlin 1879.
12. SCHWIND, F. v.: Der Abbau unreiner Lagerstätten. — Berg- u. Hüttenm. Jahrb., Prag 1870.
13. SPACKELER, G.: Lehrbuch des Kali- u. Steinsalzbergbaues. — Halle/S. 1950.
14. STAMATIU: Beiträge zur Klärung einiger Abbauprobleme bei den rumänischen Salzgruben. — S. 101/02, Bukarest 1937.
15. STRASSNER: Neuere Methoden zur Berechnung von Rahmen-tragwerken. — 2. Bd., 3. Aufl., Berlin 1927.
16. WÖHLBIER: Untersuchungen an Gesteinen der Zechsteinformation zur Klärung von Gebirgsdruckfragen im Mansfelder Kupferschieferbergbau und im Kalibergbau. — Zeitschrift „Kali“, S. 167ff., 1931.

Einige Bemerkungen über Randsenken<sup>1)</sup>

Von A. A. BOGDANOW, Moskau

Unter den verschiedenen Fragen der regionalen Geologie hat die Lehre von den Randsenken große Bedeutung, weil mit ihnen das allgemeinere Problem der gegenseitigen Beziehung zwischen Tafel- und Geosynklinalgebieten in engem Zusammenhang steht. Bekanntlich sind Randsenken sehr eigenartige tektonische Strukturen, die sich in den Zonen der Gelenkverbindung von Tafel- und Geosynklinalgebieten bilden. Die Randsenken entstehen streng gesetzmäßig und entwickeln sich in der Zeit, in der sich die geosynklinalen Gebiete in orogene verwandeln. Geomorphologisch tragen sie gewöhnlich das Gepräge von Gebirgsvortiefen, welche die Ketten der wachsenden jungen Gebirge von dem benachbarten Flachland der Tafelgebiete trennen.

Während ihrer Anlage und Entwicklung bilden die Randsenken gewöhnlich schmale und sehr langgestreckte Senkungsgebiete, die sich mit mächtigen Schichtenfolgen von Sedimenten anfüllen. Sie weisen in ihrem Bau charakteristische Eigentümlichkeiten auf, die sie von den (zwischen den Erhebungen gelegenen) Innensenken der Gebirge und den Mulden der Tafeln unterscheiden.

In den Randsenken bilden sich charakteristische Schichtengruppen sedimentärer Gesteine. In ihnen treten in der Regel keine Erscheinungen vulkanischer Tätigkeit auf, und es entwickeln sich spezifische Formen tektonischer Störungen. Alles das ist eine Folge davon, daß die Abschnitte der Erdkruste, in deren Bereich sich Randsenken bilden, während ihrer Entwicklung eine Reihe Besonderheiten des tektonischen Geschehens, ebenso wie die sich entfaltende Eigenart einer paläogeographischen Provinz aufweisen. Derartige Verhältnisse entstehen nicht in Tafelgebieten, und sie bestehen nur in seltenen Fällen und für kurze Zeit in Innensenken.

Der eigenartige Vorgang der tektonischen Entwicklung von Randsenken bewirkt, daß sich in ihnen große Lagerstätten einer bestimmten Reihe von nutzbaren Bodenschätzen bilden können. In ihnen konzentrieren sich mächtige Ansammlungen von Erdöl und brennbaren Gasen sowie Lager von Stein- und Kalisalzen und

Kohlen. Ein beträchtlicher Teil der Weltvorräte dieser nutzbaren Bodenschätze ist an Randsenken gebunden. Daher ist die Erforschung der Gesetzmäßigkeiten in der Entwicklung der Randsenken, die große Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte und die gegenseitigen Beziehungen von Tafel- und Geosynklinalgebieten hat, äußerst wichtig zur wissenschaftlichen Begründung der Richtung, in der die Suche nach Lagerstätten nutzbarer Bodenschätze bestimmter Art anzusetzen ist.

## 1. Die Verbreitung der Randsenken

Randsenken unterschiedlichen Alters sind in verschiedenen Teilen der Erde weit verbreitet. Am bekanntesten sind die Grenzen und der Bau der Senken, die in den letzten Entwicklungsstadien der känozoischen Faltungsgebiete entstanden sind. Im Bereich Eurasiens ziehen sie sich als eine langgestreckte und nur stellenweise unterbrochene Zone vom Rhonetal im Westen bis zu den Vorbergen des Pamirs im Osten hin. Das sind die Systeme der alpinen, der karpatischen und der kaukasischen Vorsecke [7], der turkmenischen und der tadshikischen Depression. Östlich des Gelenks zwischen Pamir und Altaigebirge fehlen anscheinend Randsenken dieses geologischen Alters. Die Falten des Himalaja und der Gebirgsketten des Arakan und Pegu werden möglicherweise durch randliche Fugen von dem mesozoischen Faltungsgebiet getrennt, das sich nördlich (Karakorum) und südlich (Indochina) an sie anschmiegt.

Im Süden wird das känozoische Faltungsgebiet Eurasiens von der Afrikanisch-Arabischen und der Indisch-Australischen Tafel durch eine Reihe perlschnurartig langgestreckter Senken geschieden, die alle charakteristischen Züge von Randsenken tragen. Sie sind schwach entwickelt in Nordafrika (südliche Vorberge des Hohen Atlas und wahrscheinlich der Sahara-Atlas), deutlich ausgeprägt im Irak und in Iran, erreichen große Breite und Ausschlagsweite nördlich des indischen Massivs und setzen sich weiter südlich von ihm fort, wenden sich dann aber nach Osten und bilden die Tiefseegräben Indonesiens und des westlichen Teils des Stillen Ozeans.

<sup>1)</sup> Aus den „Mitteilungen der Moskauer Universität“, (russisch), 1955, Heft 8.



Auf diese Weise sind die Randsenken in Form einer Rosenkranzkette längs beider Ränder des känozoischen Faltungsgebietes Eurasiens angeordnet.

Die jungpaläozoischen und mesozoischen Randsenken sind weniger vollständig bekannt, da sie in bedeutender Ausdehnung von jüngsten Bildungen überlagert werden. Ein ausgezeichnetes Beispiel einer mesozoischen Randsenke ist die Vorsenke des Werchojansk-Gebirges, die sich als schmale, aber in ihrer Länge grandiose Zone vom Südufer des Laptev-Meeres bis zum Unterlauf des Aldans erstreckt (4).

Die jungpaläozoischen Senken West- und Mitteleuropas bilden ein kompliziertes System perlschnurartig aneinandergereihter Depressionen, die sich vom Bristolbecken im Westen durch die Becken von Namur und Aachen bis zum Süden der Polnisch-Litauischen Depression hinziehen. Südlich vom podolischen Vorsprung des Ukrainischen kristallinen Massivs bis an das Asowsche Meer kommen Randsenken im oberen Paläozoikum anscheinend nicht vor.

Vortrefflich ausgebildet ist die jungpaläozoische Randsenke, welche die Russische Tafel von der uralischen Faltungszone scheidet. Da in ihrem Bereich Bohrungen und geophysikalische Untersuchungen in großer Zahl durchgeführt worden sind, ist diese Senke sehr gründlich erforscht.

Die altpaläozoischen und präkambrischen Randsenken sind noch wenig untersucht worden. Die Russische Tafel wurde im älteren Paläozoikum von dem sie einrahmenden Faltungsgebiet durch randliche Fugen getrennt (11). An ihrem östlichen Rande befand sich am Ende des Proterozoikums ein tiefes Becken, das hinsichtlich der in ihm gebildeten Sedimente (alte „fossilfreie“ Schichten des Urals) den Randsenken der später folgenden Epochen ähnelt (10). Am Ende des Proterozoikums und zu Beginn des Paläozoikums war die Sibirische Tafel von der sie im Südosten einrahmenden Baikal-Faltungszone durch die großartige Angara-Lena-Senke getrennt, die in vielen Beziehungen (Formationen, Faltung) Ähnlichkeit mit den paläozoischen Randsenken hat, obgleich sie sich von ihnen durch ihre Größe unterscheidet (5).

## 2. Die Formationen der Randsenken

Die Randsenken sind durch ganz bestimmte Sedimentgesteinsformationen gekennzeichnet. Charakteristisch sind in dieser Beziehung die Randsenken im Alpen- und Karpatenvorland (miozän) und im Uralvorland (jungpaläozoisch).

Die Alpen- und Karpatenrandsenke begann sich im Untermiozän in Form isolierter Einsenkungen herauszubilden, in denen sich flyschähnliche Molassen und eine Formation salzhaltiger Schlämme ablagerten. In der Folgezeit, um die Mitte des Torton, begann eine Erweiterung der Randsenke, die randliche Teile der Tafel erfaßte (3, 6, 7). Im Verlauf der Erweiterung verschmolzen die anfänglich voneinander getrennten Becken zu einem einheitlichen Senkungsgebiet, das sich mit einem mächtigen Komplex typischer Molassen anfüllte, die ihre Entstehung der Zerstörung der aufgestiegenen Gebirgszüge verdankten. Am Ende des Miozäns zerfiel die Senke in isolierte Zellen, von denen jede in der weiteren Entwicklung ihre besondere Geschichte hatte. Die Zeitdauer der Herausbildung der Alpen-Karpaten-

Randsenke war außerordentlich kurz (Miozän) verglichen mit der vorausgegangenen langen Epoche der Verbindung von Tafel und Geosynklinale an der Randnaht (Trias bis Paläogen). Die Mächtigkeit der in dieser Zeit angehäuften Ablagerungen überstieg jedoch in den am tiefsten eingesunkenen Teilen 3 bis 5 km.

Die Entstehung der Uralvorsenke fällt in die Zeit der Sakmara- (Südural) und Artinsk-Stufe (Nordural). Ursprünglich, im Karbon, bestand an der Stelle der Randsenke am Südural eine äußere geosynklinale Senke, die sich mit mächtigen Flyschmassen angefüllt hatte. Im weiteren Verlauf, während des Sakmara und Artinsk, entstand im Zusammenhang mit der Ausbildung von Gebirgsketten am heutigen Ural eine Randsenke, die sich geomorphologisch als ein Tiefseegraben darstellte, in dessen zentralen Teilen sich bathyalen Schlamm von geringer Mächtigkeit absetzte. Am westlichen Rand entstanden Barriereriffe, welche die Senke von dem epikontinentalen Meer des östlichen Teils der Russischen Tafel trennten, und längs des Ostrandes die groben Molassen der Gebirgshänge. Für die dann folgende Entwicklungsgeschichte des Südteils der Uralvorsenke (Kungur-Stufe) ist die Ablagerung mächtiger Anhydrit- und Steinsalzmassen bezeichnend, für die des nördlichen Teils die Ablagerung einer kohleführenden Folge (Petschorabecken). Der die Bildung der Senke beendende Abschnitt (Oberperm bis Trias) wird durch die Ablagerung mächtiger roter, grobklastischer Schichtfolgen gekennzeichnet, die von den Hochgebirgsmassiven des alten Urals abgetragen und in die isolierten großen Becken des Vorlandes transportiert wurden, in die die Senke zu jener Zeit zerfallen war.

Die kurz betrachteten Beispiele zeigen, daß für Randsenken verschiedene Verbindungen folgender Schichtglieder charakteristisch sind:

a) flyschähnliche Molassen (die Flyschformation selbst ist für die letzten Entwicklungsetappen der Geosynklinalen bezeichnend); an diese Formation sind Lagerstätten von Erdöl und brennbaren Gasen gebunden;

b) Barriereriffe. Oft enthalten sie Lagerstätten von Erdöl und Gas;

c) salzhaltige sandig-tonige Gesteine oder reine Salzlagertstätten größten Ausmaßes von Stein- und Kalisalz; möglich sind Schwefelvorkommen;

d) mächtige kohleführende Schichtfolgen, als Beispiel für sie können — neben denen von Workuta — die kohleführenden Schichten in der Rheinisch-Westfälischen Außensenke des varistischen Gebirges dienen, eines der größten Kohlevorkommen;

e) typische marine Molassen; die Bildung von Erdöl- und Gasansammlungen ist nicht selten;

f) rote grobklastische Schichtenkomplexe (kontinentale Molasse); es kommen Lagerstätten von Kupfererzen vor (vom Typus der Kupfersandsteine).

Die praktisch völlig fehlende magmatische Tätigkeit in den Randsenken führt dazu, daß keine Ablagerungen vulkanogener Formationen angetroffen werden, die oft so charakteristisch für die Innensenken der Faltungsgebiete sind.

Die zeitliche Aufeinanderfolge der aufgezählten Schichtglieder sowie ihr Auftreten in dieser oder jener Senke hängen von vielen Ursachen ab, die die Verhältnisse bei



der Bildung der Senken bestimmen (Schnelligkeit und Tiefe des Einsinkens der von der Senkung betroffenen Flächen, Bau des Untergrundes, auf dem sie sich entwickelt, Geschwindigkeit und Höhe des Aufstiegs benachbarter Gebirge, Bestehen oder Fehlen unmittelbarer Verbindungen mit Meeresbecken u. a.).

Charakteristisch für die Randsenken, deren Ausmaße gewöhnlich viele Hundert Kilometer in der Länge und wenige Dutzend Kilometer in der Breite betragen, ist das Aushalten der entstehenden Formationsglieder in streichender Richtung und ihre Veränderlichkeit in der Querrichtung. Sehr typisch für diese Beziehungen waren die Profile, die von N. M. STRACHOW (9) und W. E. RUSHENZEW (8) für die Uralrandsenke und von A. E. MICHAJLOW (6) für die Karpatenrandsenke veröffentlicht wurden.

### 3. Der Bau des Untergrundes der Randsenken

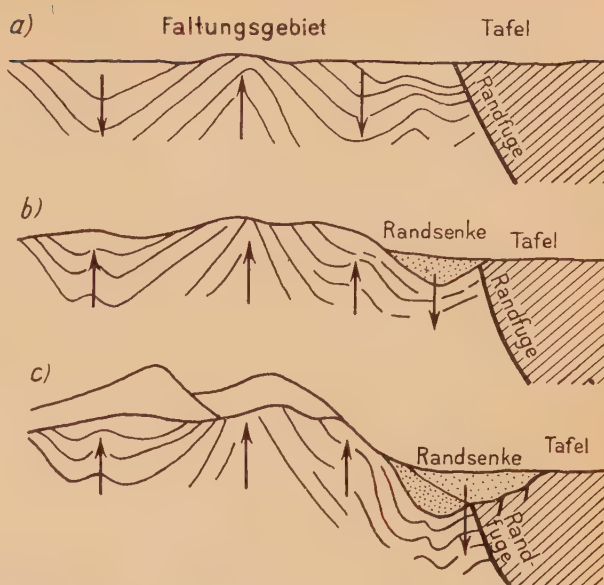
Das Problem der Wechselbeziehungen zwischen Tafeln und Geosynklinalen hat die Aufmerksamkeit vieler Forscher auf sich gezogen. Den richtigsten Weg zu seiner Lösung hat nach meiner Meinung N. S. SCHATSKIJ (11) angegeben, als er die Hypothese von den Randfugen aufstellte. Nach dem Schema N. S. SCHATSKIJs werden die Tafeln von den Geosynklinalen durch schmale Zonen tiefer Brüche getrennt, die auf Hunderte von Kilometern unter die Tafeln hinabsetzen (12). Die in den letzten Jahren gewonnenen Erkenntnisse über den Bau der randlichen Teile der Russischen und der Sibirischen Tafel bestätigen trotz der Einwände W. W. BELOUSSOWS ((1), S. 311) die Richtigkeit des von N. S. SCHATSKIJs vorgeschlagenen Schemas.

Wie sind nun die gegenseitigen Beziehungen zwischen Randfugen und Randsenken? Ist die Annahme richtig, daß sie zwei verschiedene Typen der Übergangszonen von den Faltungsgebieten zu den Tafeln darstellen?

Die Bildung der Randsenken beginnt, während in einem Faltungsgebiet das geosynklinale Regime durch das orogene abgelöst wird, mit der Umkehr der früher vorherrschenden absteigenden Bewegung durch die aufsteigende. Im Anfangsstadium ihrer Anlage bilden sich die Randsenken gewöhnlich auf dem gefalteten Grundgebirge, indem sie gleichsam in Erbfolge die Entwicklung der randlichen Teile der äußeren Mulden des Faltungsgebiets wiederholen. In der Folgezeit wandern infolge der Ausweitung des Bereichs der Gebirgsbildung die Zentren der Randsenken von dem Faltungsgebiet nach der Seite ab (s. Abb.), und die randlichen Teile der Tafeln werden in den Bereich des intensiven Einsinkens der Gebirgsvorsenke einbezogen. Das Absinken der Tafelränder erfolgt hierbei auf Staffelbrüchen und Flexuren.

Während des Wanderns in Richtung zur Tafel decken die Randsenken die Zone der Randfuge zu und bilden dabei in ihrem Verhältnis zu diesen eigentümliche aufgelagerte Strukturen.

So entwickelten sich die Alpen-Karpaten- sowie die Himalaja- und eine Anzahl anderer Senken. Infolgedessen sind die verschiedenen Teile der Senken durch einen sehr unterschiedlichen Bau des Untergrundes gekennzeichnet. Das äußert sich im Charakter und in der Intensität des Auftretens tektonischer Störungen in ihren verschiedenen Teilen. Gerade infolge dieses Umstands lassen sich in vielen Randsenken deutlich ihre



Entwicklungsstufen eines Faltungsgebiets und der Bildung einer Randsenke

- a — geosynklinales Stadium der Entwicklung des Faltungsgebiets;  
b — orogenes Entwicklungsstadium des Faltungsgebiets (Beginn);  
c — orogenes Entwicklungsstadium des Faltungsgebiets (Fortdauer).

inneren und äußeren Zonen trennen, die sich in der Vollständigkeit des Profils, in der Mächtigkeit der Ablagerungen und im Charakter der tektonischen Störungen unterscheiden (Karpatenrandsenke (3), Werchojansker Senke (4) u. a.). Die inneren Zonen dieser Senken entstanden auf dem gefalteten Untergrund im ersten Stadium ihrer Anlage, die äußeren dagegen auf dem Untergrund der Tafeln am Ende der Herausbildung der Senken.

Außer diesem allgemeinen Fall ist die Entwicklung einer Senke unmittelbar sowohl auf gefaltetem wie auch auf Tafeluntergrund möglich. Als Beispiel für den ersten Fall mögen die Zone Namur-Lüttich, die Tadshikische Depression u. a. dienen, als Beispiel für den zweiten Fall die nördlichen (baschkirischen) Teile des südlichen Abschnitts der Uralrandsenke. Die Gleichartigkeit der Struktur des Untergrundes führt zu größerer Einförmigkeit im inneren Bau der Senken in den verschiedenen Teilen ihres Querschnitts.

Die Randsenken stellen somit besondere tektonische Strukturen dar, die in den Gelenkzonen zwischen Faltungsgebieten und den Tafeln entstehen und die diese Systeme trennenden Randfugen überlagern.

Am Platz ist hier die Frage: unter welchen Bedingungen entstehen denn die Randsenken? Bei dem heutigen Stande der Erforschung dieses Problems kann keine klare Antwort gegeben werden. Es sind viele Fälle bekannt, in denen keine Randsenken an der Grenze zwischen Faltungsgebieten und Tafeln auftreten (Kaledoniden Norwegens, Herzyniden im Süden der Russischen Tafel, Kaledoniden des Südwestens der Sibirischen Tafel). N. S. SCHATSKIJ (12) sprach den Gedanken aus, daß für die Anlage einer Randsenke bei starker Hebung des Fundaments im randlichen Teil einer Tafel (ein Fall, der im Verhältnis zwischen Kaledoniden und Baltischem Schild tatsächlich vorliegt) ungünstige Umstände eintreten können. Allerdings hat sich die Karpatenrand-



senke in unmittelbarer Nachbarschaft des Ukrainischen Schildes erfolgreich entwickelt.

Man kann sich vorstellen, daß die Anlage einer Randsenke nicht durch Besonderheiten im Bau der angränzenden Tafel hervorgerufen wird, sondern durch wichtige, aber noch nicht aufgedundene Gesetzmäßigkeiten im Entwicklungsstadium der Faltungszone zu einem Gebirgsland (orogene Provinz).

#### 4. Der allgemeine Charakter des Profils und tektonische Störungen in Randsenken

Durch die richtungsbestimmte Entwicklung (Wandern der Senke in der Richtung zur Tafel) weisen die Randsenken eine starke Asymmetrie ihres Querschnitts auf. Die sich in einem längeren Zeitraum bildende innere Zone der Senke wird durch das mächtigste Profil eingenommen, das oft aus vielen Schichtgliedern besteht, welche im Profil die verschiedenen Stadien der Entwicklung der Senke festhalten. Die Mächtigkeit dieser Formation erreicht hier oft 4 bis 6 km. Die sich innerhalb kürzerer Zeit entwickelnde äußere Zone der Senke wird durch ein Profil geringerer Mächtigkeit vertreten (oft ungefähr 1 km), das nicht selten aus Sedimenten nur einer einzigen Formation (z. B. mariner Molasse) besteht. Infolgedessen ist für die innere Zone der Senke die Vollständigkeit des stratigraphischen Profils kennzeichnend, wobei in ihm Serien der Gesteine vorherrschen, die sich in einem früheren Entwicklungsstadium der Senke abgelagert haben. Die äußere Zone dagegen unterscheidet sich von ihr durch die Anwesenheit lediglich der oberen Horizonte des Profils, die das abschließende Stadium der Wanderung der Senke zur Tafel festhalten.

In der Regel bilden sich in den inneren Zonen der Senken komplizierte lineare Falten, oft mit stark ausgeprägter Disharmonie der inneren Struktur. Gerade hier finden sich in weitester Verbreitung lineare diapire Antiklinalen (insbesondere solche mit Salzkern) und schmale kammartige Antiklinalen, die durch Überschiebungen kompliziert und durch breite, flache Synklinalen voneinander getrennt werden. Dieser Störungstyp ist am bezeichnendsten für die inneren, auf dem gefalteten Grundgebirge liegenden Zonen. In den an die Tafeln anstoßenden Teilen finden sich am häufigsten kuppelförmige Erhebungen, oft von sehr geringer Hubhöhe, und verschiedenartige Schollenbrüche vom Tafel-Typus. Dieser Dislokationstyp ist für die äußeren, unmittelbar über der „starren“ Tafelbasis gelegenen Zonen (2) charakteristisch.

Die linearen Falten und Überschiebungen der inneren Zonen, von Randsenken entstehen unter der Einwirkung tangentialer Kräfte, die mit den faltenbildenden Bewegungen und großen kuppelartigen Aufwölbungen in den randlichen Teilen der Faltungsgebiete zusammenhängen. Die kuppelartigen Erhebungen in den äußeren Zonen der Randsenken sind an radiale Bewegungen gebunden und spiegeln Schollenverlagerungen im Tafelsockel wider.

Die letzte wichtige Besonderheit der Randsenken, die sie von den Innensenken unterscheidet, besteht darin, daß Erscheinungen magmatischer Tätigkeit in ihnen fehlen. Infolgedessen fehlen in ihnen auch Erscheinungen des Metamorphismus und, wie bereits bemerkt, vulkanische Formationen. Der Grund für dies alles ist wahrscheinlich in der Bildung deszendenter Bewegungen

und im Abfließen der unter der Rinde befindlichen Massen zu suchen, was möglicherweise die großen negativen Schwereanomalien erklärt, die immer mit der Lage der Randsenken zusammenfallen. Diese Besonderheit ist der Grund, warum in Randsenken praktisch Vorkommen nutzbarer Bodenschätze fehlen, deren Entstehung an die verschiedenen Formen magmatischer Tätigkeit gebunden ist, während Lagerstätten von Kaustobiolithen und Salzen weit verbreitet sind.

#### Literatur (russisch)

1. BELOUSSOW, W. W.: Grundfragen der Geotektonik. — Gosgeoltechtizdat 1954.
2. BOGDANOW, A. A.: Über die herzynische Struktur der Westflanke des Südlichen Urals und des Südostrandes der Russischen Tafel. — Probleme der theoretischen und praktischen Geologie, Sammelband 4, herausg. v. Moskauer Institut für Geologische Forschungen (MGRI) 1947.
3. — Grundzüge der Tektonik der Ostkarpaten. — „Sowjetische Geologie“, Nr. 40, 1949.
4. WACHRAMEJEV, W. A. & J. M. PUSTSCHAROWSKJ: Über die geologische Geschichte der Wiljui-Senke. — „Fragen der Geologie Asiens“, Herausg. Ak. d. Wiss. UdSSR 1954.
5. SAIZEW, N. S.: Über die Tektonik des Südtails der Sibirischen Tafel. — „Fragen der Geologie Asiens“, Herausg. Ak. d. Wiss. UdSSR 1954.
6. MICHAILOW, A. E.: Die wichtigsten Entwicklungsstufen der Karpatenrandsenke. — Bull. der Moskauer Gesellschaft der Naturforscher (MOIP), Geologie, Ausg. 3, 1951.
7. MURATOW, M. W.: Tektonik und Entwicklungsgeschichte des alpinen Geosynkinalgebietes im Süden des Europäischen Teils der UdSSR und in den angrenzenden Ländern. — „Tektonik der UdSSR“, Bd. II, Herausg. Ak. d. Wiss. UdSSR 1949.
8. RUSHENZEW, W. E.: Die wichtigsten Fazieszonen des Sakmara-Artinsk-Komplexes im südlichen Ural. — Mitt. der Ak. d. Wiss. UdSSR, Geolog. Reihe, Nr. 1, 1948.
9. STRACHOW, N. M.: Geologie des Kungurs im Erdölgebiet von Ischimbal. — „Materialien zur Kenntnis des geologischen Aufbaues der UdSSR“, Nr. 5 (9), Ausg. MOIP 1947.
10. SCHATSKIJ, N. S.: Abriß der Tektonik des Wolga-Ural-Erdölgebiets und des angrenzenden Teils des Westhangs des Südrals. — „Materialien zur Kenntnis des geologischen Aufbaus der UdSSR“, Ausg. 2 (6), Herausg. MOIP 1954.
11. SCHATSKIJ, N. S.: Grundzüge des Baus und der Entwicklung der Osteuropäischen Tafel. — Mitt. der Ak. d. Wiss. UdSSR, Geolog. Reihe, Nr. 1, 1946.
12. — Die Hypothese Wegeners und die Geosynklinalen. — Mitt. der Ak. d. Wiss. UdSSR, Geolog. Reihe, Nr. 4, 1946.

#### Prospektion auf Eisenerze in Nigeria

Seit 1½ Jahren werden im Urwald der Putu-Berge erfolgreiche Versuchsbohrungen auf Eisenerze vorgenommen. Eine schwedisch-amerikanische Firma hat jetzt von der Regierung Nigerias eine Konzession erhalten, 70 Jahre lang in einem Gebiet von etwa 800 km² Eisen- und Manganerz, Bauxit und andere Erze abzubauen. Bisher ging jeder Transport von Ausrüstungen usw. mit Flugzeugen vor sich. Man ist zur Zeit dabei, eine Zufahrt für Kraftfahrzeuge zur etwa 100 km entfernten Atlantikküste zu schaffen. E. T.

#### Eisenerzvorkommen in Bolivien

Die im vergangenen Jahr in Bolivien entdeckten Eisenerzvorkommen werden mit ihren Reserven von mindestens einer Milliarde Tonnen ohne Berücksichtigung der Manganerzreserven als die drittgrößten der Welt bezeichnet.

#### Ausbau der südrhodesischen Stahlindustrie

80—160 Mill. t hochgradigen Eisenerzes birgt die Lagerstätte des Eisenerzbergs von Bukwe, 5 km von der Eisenbahnlinie entfernt, die Bannockburn in Rhodesien mit Lourenço Marques in Moçambique verbindet. Durch eine neue Eisenbahnlinie wird das Eisenerzrevier von Bukwe mit den Eisenerzlagerstätten in Riscom und den Stahlwerken in Redcliff verbunden werden. 1961 soll die südrhodesische Stahlindustrie Produkte im Werte von 5,5 Mill. £ jährlich herstellen. L.



# Perforation von Bohrlöchern mit Hohlladungen<sup>1)</sup>

Von N. T. GRIGORJAN, Moskau

Die Durchschlagskraft der zur Zeit in der Sowjetunion verwendeten Kugel- und Geschößperforatoren reicht nicht aus, um einen hohen hydrodynamischen Vollkommenheitsgrad der Bohrlöcher zu erzielen. Das ist besonders dann der Fall, wenn die produktive Schicht aus kompakten Gesteinen besteht. Bei der am meisten verbreiteten Verrohrung von Bohrlöchern ( $11\frac{3}{4}$ " und 6", mittlere Stärke des kompakten Zementrings 65 mm) kann ein Durchschuß mit dem Kugelperforator im besten Falle eine Berührung der produktiven (ergiebigsten) Schicht durch die Kugel oder ein geringes Eindringen der Kugel in diese Schicht gewährleisten, was einem Faktor der hydrodynamischen Vollkommenheit des Bohrlochs bei kompaktem Zementring von  $K_s = 0,5$  bis  $0,6$ <sup>2)</sup> entspricht.

Obwohl sich die Geschößperforatoren (TPK-22 und TPK-32) hinsichtlich der Durchschlagskraft nicht von den besseren Kugelperforatoren unterscheiden, gewährleisten sie doch eine bessere Erschließung der produktiven Schicht, da sie im Zementring und im Gestein ein Spaltennetz erzeugen, hauptsächlich infolge des großen Geschößkalibers.

Die Betriebspraxis der Erdöllagerstätten in den östlichen Bezirken, die sich durch hartes Speichergestein auszeichnen, zeigt, daß mit Hilfe von Geschößperforatoren nach vorangegangener Kugelperforation die Produktivität in vielen Fällen gestiegen ist, was einer Verbesserung der hydrodynamischen Vollkommenheit des Bohrlochs gleichkommt.

Dennoch ist es nicht überall zulässig, Geschößperforatoren anzuwenden, da die Rohrtour und der Zementring stark beschädigt werden. Es kommt noch hinzu, daß bei der Geschößperforation nicht immer die größtmögliche Ergiebigkeit des Bohrlochs erreicht wird.

Die ungenügende Durchschlagskraft der vorhandenen Perforatoren erschwert nicht nur die Erschließung fester Speichergesteine, sondern auch das Durchschießen mehrfacher Rohrtouren in tonigen bzw. zementierten Zonen, sowie auch der mit Paraffin verstopften Zonen u. a. m.

Die Durchschlagsfähigkeit der Kugel- und Geschößperforatoren kann hauptsächlich durch eine Vergrößerung der Fluggeschwindigkeit der Kugel oder des Geschosses erhöht werden. Indessen läßt sich die Geschwindigkeit der Kugel oder des Geschosses im Perforator auf Grund der Beschränkungen, die durch die radialen Abmessungen des Bohrlochs, die Haltbarkeit des Perforatorkörpers sowie des Höchstdrucks, bei dem die Verbrennung der Pulverladung in eine Explosion übergeht, gegeben sind, nicht wesentlich erhöhen.

Eine bedeutende Vergrößerung der Durchschlagskraft der Perforatoren kann dagegen bei Anwendung von Hohlladungen erzielt werden.

Die Anwendung von Hohlladungen zum Torpedieren und Perforieren von Bohrlöchern ist von J. A. KOLOD-

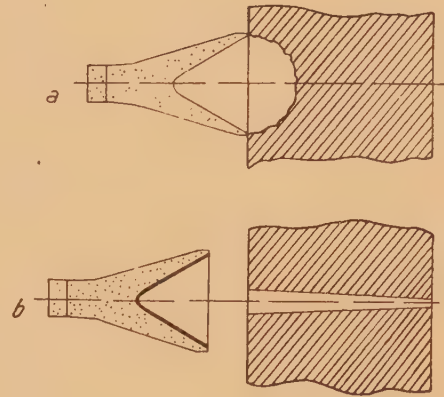


Abb. 1

- a) Hohlladung mit Einschnitt ohne Verkleidung;  
b) Hohlladung, deren Einschnitt mit einem Metalltrichter verkleidet ist.

JASHNY in der UdSSR bereits im Jahre 1942 vorgeschlagen worden. Später hat diese Methode allerdings keine praktische Anwendung erfahren. Außerhalb der UdSSR wurde die Hohlladungs-Perforation zuerst in den USA ebenfalls im Jahre 1942 vorgeschlagen. Die ersten eigenen Hohlladungs-Perforatoren für die industrielle Anwendung sind nach erfolgreich verlaufenen Versuchen in Baschkirien, in der Tatarischen ASSR, in Grosny und in Krasnodar erst in den letzten Jahren durch die Laboratorien für Perforation des NIIGR<sup>3)</sup> ausgearbeitet worden.

## Das Arbeitsprinzip des Hohlladungs-Perforators

Im Hohlladungs-Perforator werden Ladungen kumulativ, d. h. sich steigender Wirkung verwendet.

Die Hohlladung besteht aus einer Sprengstoffkapsel mit einem Einschnitt, der sich auf der gegenüberliegenden Seite des Ausgangsorts der Explosion befindet. Bei der Explosion einer solchen Ladung treffen sich die Gase, die von der Oberfläche des Einschnittes kommen, an dessen Achse und bilden einen starken Gasstrahl, der im Hindernis eine runde Aushöhlung heraus schlägt, deren Tiefe ungefähr dem Durchmesser der Ladung entspricht (Abb. 1a).

Die Durchschlagswirkung der Hohlladung kann erheblich verstärkt werden, wenn man den in ihr vorhandenen Einschnitt mit einer dünnen Metallschicht verkleidet und außerdem die Ladung in einer gewissen Entfernung vom Hindernis anbringt (Abb. 1b). In diesem Falle ändert sich der Effekt des Gasstrahles qualitativ.

In Übereinstimmung mit der derzeitigen Theorie (BUDNIKOW 1955 u. a.), die auf Versuchsergebnissen beruht, besteht der Strahl der mit einem verkleideten Einschnitt versehenen Hohlladung in der Hauptsache aus dem Metall der Verkleidung. Der Strahl entsteht aus der Lostrennung der Metallteilchen von der Innenfläche der Verkleidung in dem Augenblick, in dem die Verklei-

<sup>1)</sup> Aus „Erdölwirtschaft“ (russisch), Moskau, 1956, Heft 4.

<sup>2)</sup> Die Größe  $K_s$  bezeichnet das Verhältnis der Abgaberrate von Bohrungen, wenn die Schicht unvollkommen und vollkommen aufgeschlossen wurde (1, 2, 3).

<sup>3)</sup> NIIGR — Wissenschaftl. Forsch.-Inst. f. geolog. Untersuchungen. D. Übers.



dung unter der Wirkung des Außendrucks der Explosionswelle steht, die sich in Richtung vom Scheitel des Einschnitts zu dessen Basis fortbewegt (Abb. 2).

Der so entstandene metallische und zum Teil mit gasförmigen Produkten der Explosion der Ladung vermischte Strahl bewegt sich axial mit einer außerordentlich hohen Geschwindigkeit, die 8000 m/s erreicht, und übt beim Auftreffen auf ein Hindernis einen Druck von 300 000 kg/cm<sup>2</sup> aus, woraus sich seine große Durchschlagskraft erklärt.

Die Eindringtiefe des konzentrierten Strahls in das Hindernis wird durch die Zeitdauer seiner Wirkung begrenzt, mit anderen Worten, durch seine Länge; sie hängt außerdem noch von der Dichte des Strahls und des Hindernisses ab. Diese Abhängigkeit wird annähernd durch eine Formel zum Ausdruck gebracht, die unter der Annahme abgeleitet wurde, daß sowohl der konzentrierte Strahl als auch das Hindernis ideale (nicht verdichtbare) Flüssigkeiten darstellen:

$$h = l_e \sqrt{\frac{\rho_e}{\rho}}$$

wobei  $h$  — die Tiefe des Eindringens des konzentrierten Strahls in das Hindernis;  $l_e$  — die Länge des Gasstrahls;  $\rho_e$  — die Dichte des Strahls und  $\rho$  — die Dichte des Hindernisses bedeuten.

Die Länge des konzentrierten Strahls hängt in der Hauptsache von der Form und den Abmessungen des Einschnitts, von der Stärke des Sprengstoffs der Ladung sowie vom Material der Verkleidung ab. Der Strahl kann unter günstigen Bedingungen die vierfache Länge des gebildeten Trichters (der Verkleidung) und sogar mehr erreichen. Wenn die Eindringtiefe des Strahls der betreffenden Hohlladung  $h_1$  in das Material mit der bekannten Dichte  $\rho_1$  feststeht, so kann mit Hilfe der oben angeführten Formel die Eindringtiefe des Strahls  $h_2$  in Material mit einer anderen Dichte  $\rho_2$  angenähert bestimmt werden:

$$h_2 = h_1 \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}}$$

So kann z. B. eine Hohlladung, die in Stahl ( $\rho_1 = 7,8$ ) eine Öffnung mit der Tiefe  $h_1 = 100$  mm schlägt, in Zement ( $\rho_2 = 2$ ) eine Öffnung mit  $h^2 = 200$  mm und in Sandstein ( $\rho_2 = 3$ ) eine Öffnung mit  $h^2 = 158$  mm schlagen.

Die Eindringtiefe des konzentrierten Strahls in ein zusammengesetztes Hindernis wird durch das Verhältnis der Dicke der Schichten verschiedener Dichten innerhalb des Hindernisses bestimmt. Dennoch gibt es, wie die Erfahrung zeigt, oft Abweichungen von den Werten, die nach der oben angegebenen Formel ermittelt wurden, und zwar deshalb, weil die Eindringtiefe des konzentrierten Strahls ungeachtet seiner ungeheuren Geschwindigkeit und des ausgeübten Drucks doch etwas von der Verdichtbarkeit des Strahls und des Hindernisses sowie von den mechanischen Eigenschaften und der Struktur des Hindernisses abhängt.

Infolge seiner hohen Geschwindigkeit und seines hohen Drucks dringt der konzentrierte Strahl in ein Hindernis rein mechanisch ein. Aus diesem Grund schmilzt, ungeachtet der hohen Temperatur des Strahls, das rings um die Wände der eingeschlagenen Öffnung liegende Gestein nicht.

Beim Durchschlagen von Stoffen, die sich durch plastische Eigenschaften auszeichnen (Stahl), entsteht die Öffnung infolge der Verdichtung des Materials unter dem seitlichen Druck des konzentrierten Strahls, ohne daß es zur Bildung von Rissen kommt. Beim Durchschlagen von Stoffen, wie erhärteter Zement oder spröde Gesteinsarten, verdichtet der konzentrierte Strahl zum Teil die Wandung der geschlagenen Öffnung und zerstört zum Teil das Material, indem es in umgekehrter Richtung durch den ringförmigen Raum zwischen dem Strahl und der Wandung der durchgeschlagenen Öffnung herausgeblasen wird. Hierbei bilden sich im Zement, wie die Erfahrung zeigt, unabhängig von seiner Festigkeit, überhaupt keine Spalten; in sprödem Gestein kommt es zur Bildung radialer Spalten.

Der Durchmesser der geschlagenen Öffnung steht in einem direkten Verhältnis zum Kaliber der Hohlladung und hängt von der Form des Einschnitts sowie von verschiedenen Eigenschaften des hindernisbildenden Stoffes (insbesondere von seiner Festigkeit und seiner Plastizität) ab. So verursacht z. B. eine 30-mm-Ladung bei konischer Form des Einschnitts und einem Konuswinkel von 60° in Stahl eine Öffnung mit dem Durchmesser von 6 bis 8 mm, in Zement und in Sandstein eine solche von 10 bis 12 mm und in Ton von 30 bis 40 mm. Vergrößert man den Konuswinkel des Einschnitts, so vergrößert sich auch der Durchmesser der geschlagenen Öffnung (auf Kosten einer geringeren Tiefe).

Die Untersuchungen und die bei technischer Anwendung der Hohlladungs-Perforatoren gesammelten Erfahrungen zeigen, daß die Durchlässigkeit des Gesteins rings um die durch den konzentrierten Strahl geschlagene Öffnung unbedeutend verringert ist. Die Oberfläche der Öffnungswandung ist aufgelockert, Schmelzspuren sind nicht festzustellen; das Metall des konzentrierten Strahls, das die Wandung der Öffnung an der Oberfläche bedeckt, ist stark pulverisiert und verstreut und bildet keinen dichten Überzug. Es kommt noch hinzu, daß bei der nachfolgenden betriebsmäßigen Ausnutzung der Exploitationsbohrlöcher Erdöl und Gas die Wandungen der geschlagenen Öffnung auswaschen und sie gleichzeitig von den Metallresten des konzentrierten Strahls befreien.

Dem Gasstrahl (siehe Abb. 2) fliegen die Überreste der Verkleidung des Einschnittes in Form größerer Metallteilchen hinterher.

Um zu verhindern, daß diese Teilchen in der geschlagenen Öffnung steckenbleiben, ist die Hohlladung für die Perforation so konstruiert, daß die Abmessungen der Reste der Verkleidung kleiner sind als der Durchmesser der geschlagenen Öffnung. In diesem Falle werden die Metallteilchen hauptsächlich durch den Rückstoß des konzentrierten Strahls und den hierbei in der Öffnung entstehenden Überdruck aus der Öffnung herausgeschleudert.

Für die Ladungen der Hohlladungs-Perforatoren werden gewöhnlich kupferne Verkleidungen (Trichter) verwendet, die nach Entstehung des Gasstrahls in viele kleine Teilchen zerfallen, welche die geschlagene Öffnung nicht verstopfen und dabei eine hohe Durchschlagsfähigkeit gewährleisten.

Im Gegensatz zu dem konzentrierten Strahl besitzt die Kugel des Perforators bei ihrer ungefähr zehnmal



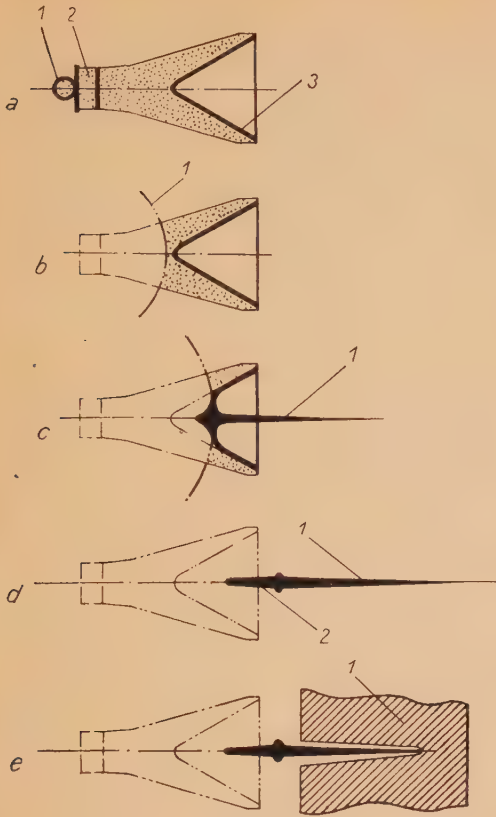


Abb. 2. Verschiedene Phasen der Arbeit einer Hohlladung mit einem verkleideten konischen Einschnitt

- a — Sprengladung vor der Zündung; 1 — Zündschnur; 2 — Zwischen-Sprengkapsel; 3 — metallische Verkleidung;  
 b — die Detonationswelle erreicht den Scheitel des Einschnitts; 1 — die Front der Detonationswelle;  
 c — die Detonationswelle hat die Mitte des Einschnitts erreicht; die Hälfte der Verkleidung (des Trichters) wurde zusammengepreßt, und es hat sich ein Teil des konzentrierten Gasstrahls 1 gebildet;  
 d — die Explosion der Ladung ist abgeschlossen, d. h. es hat sich der volle Gasstrahl 1 gebildet, an dessen Ende sich die Reste des zusammengepreßten Trichters 2 („Stampfer“) fortbewegen;  
 e — Entstehung der Öffnung im Hindernis 1 durch die Wirkung des konzentrierten Gasstrahls.

kleineren Fluggeschwindigkeit eine bedeutend geringere Durchschlagsfähigkeit beim Eindringen in ein hartes und festes Hindernis. Da sie jedoch ein harter Körper ist, verursacht die Kugel und insbesondere das Geschöß TPK beim Durchschlagen eines Hindernisses eine starke Deformation desselben, wobei sowohl im Rohr als auch im Zement Risse entstehen.

#### Die Methoden zur praktischen Verwirklichung der Perforation von Bohrlöchern mit Hohlladungen

Für das Perforieren von Bohrlöchern sind besondere Hohlladungen, Methoden zu ihrem Schutze gegen die Wirkung des Außendrucks sowie Verfahren zur Sprengung der Ladungen usw. ausgearbeitet worden. Die eigenartige Wirkung einer Hohlladung erfordert den hermetischen Verschluss der trichterartigen Höhlung, welcher auf zwei Arten erreicht werden kann: durch Unterbringung einer Gruppe von Ladungen in einem gemeinsamen, hermetisch verschlossenen Körper oder durch Einschließen jeder einzelnen Ladung in eine besondere hermetische Hülle, die bei der Sprengung zerstört wird.

Die zur Zeit verwendeten Hohlladungs-Perforatoren sind auf diese Weise konstruiert worden und werden in zwei Gruppen eingeteilt: in solche mit und ohne Körper. Jede dieser Gruppen zerfällt in zwei Untergruppen: in Perforatoren, deren tragende Teile (Körper oder Gestell) nicht zerstört, sondern nur deformiert werden und nach dem Schußvorgang an die Oberfläche gezogen, und in solche Perforatoren, die bei der Explosion völlig zerstört werden. Die Hohlladungs-Perforatoren der ersten Gruppe lassen sich dagegen einige Dutzend Male verwenden.

Die Ladungen der Hohlladungs-Perforatoren werden immer mit Hilfe einer Zündschnur zur Explosion gebracht. Dank der ungewöhnlich großen Geschwindigkeit, mit der sich die Explosionswelle entlang der Zünd-

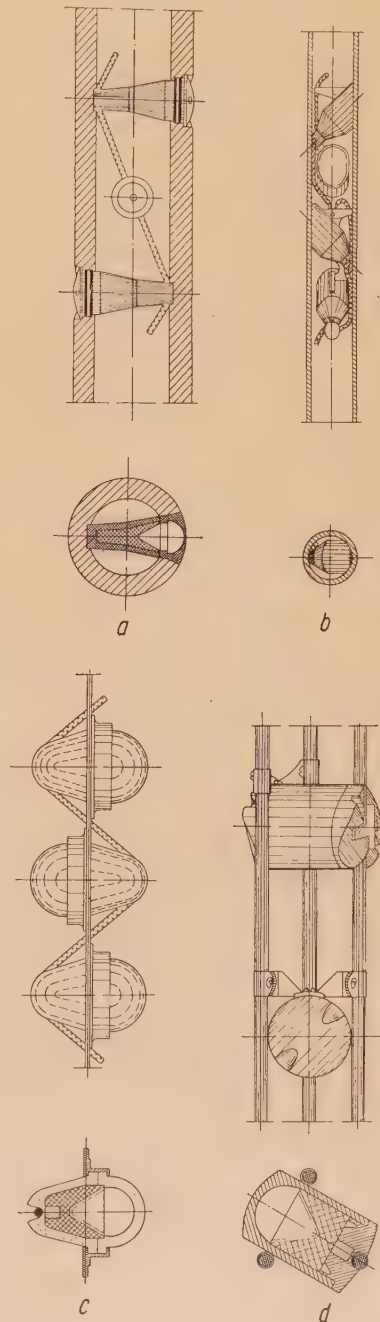


Abb. 3. Hohlladungs-Perforatoren (oben ist der mittlere Teil der Perforatoren im Längsschnitt abgebildet, unten die Ladung im Querschnitt)



schnur bewegt (7000 bis 8000 m/s), können die Hohlladungen in Abständen von 5 bis 8 cm angebracht werden, wodurch eine ausreichende Dichte des Durchschusses entlang der Bohrlochwandung gewährleistet wird.

Die Zündschnur wird mit Hilfe einer elektrischen Sprengkapsel gezündet, die an dem Kabel befestigt ist, an welchem der Perforator in das Bohrloch hinabgelassen wird. In Abb. 3 sind die zur Zeit gebräuchlichen Hohlladungs-Perforatoren abgebildet.

Der mit einem Körper zur mehrmaligen Verwendung versehene Hohlladungs-Perforator hat einen äußeren Durchmesser von 2½ bis 5" (Abb. 3a). Er besitzt einen starkwandigen, zylindrischen, hermetisch verschlossenen Körper, der aus hochlegiertem Stahl hergestellt ist. Form und Gewicht der Hohlladung werden so gewählt, daß der Stahlkörper des Perforators dem Druck der Stoßwellen standhält, die von der Außenfläche der Ladung herkommen. Einem solchen Aufbau des Perforators ist es zu verdanken, daß die Rohrtour im Bohrloch vor der Wirkung der Stoßwellen geschützt bleibt. Aus diesem Grund sind die mit einem Körper versehenen Hohlladungs-Perforatoren bei solchen Bohrlöchern zu verwenden, bei denen die Verrohrung nicht beschädigt werden darf.

In Abb. 3b ist ein Hohlladungs-Perforator mit zerstörbarem Körper abgebildet. Dieser Perforator ist hauptsächlich zum Durchschießen verrohrter Bohrlöcher bestimmt, deren Mundloch hermetisch verschlossen ist und in die schon Steigrohre eingebaut worden sind. Der äußere Durchmesser dieses Perforatortyps kann zwischen 1¾ und 2" liegen, um ein 2 bis 2½" starkes Rohr passieren zu können.

In Abb. 3c und 3d sind die Hohlladungs-Perforatoren ohne Körper dargestellt. Da bei den Perforatoren dieses Typs die in einzelnen Hüllen untergebrachten Hohlladungen unmittelbar in die im Bohrloch befindliche Flüssigkeit getaucht werden, bewegen sich die an der Außenfläche der Hohlladung entstehenden Stoßwellen durch die Flüssigkeitsschicht zu der Wandung der Rohrtour. Je nach der Festigkeit der Rohre sowie der Güte ihrer Zementation können diese Wellen die eine oder andere Deformation der Rohrtour verursachen. Aus diesem Grund können die Perforatoren ohne Körper bei verrohrten Löchern nur dann verwendet werden, wenn in der Durchschußzone ein kompakter Zementring vorhanden ist, ferner bei solchen verrohrten Bohrlöchern, bei denen eine Deformierung der Rohrform nicht schadet und schließlich im unverrohrten Abschnitt eines Bohrloches.

Bei Perforatoren dieses Typs ist jede Ladung in einem dicht verschlossenen Gefäß aus Glas, Kunststoff, Gußeisen oder Aluminium untergebracht, das den hydrostatischen Druck und die im Bohrloch vorhandene Temperatur aushält. Die Ladungen werden gruppenweise an Bändern, Rohren und Gestellen angebracht.

Bei der Explosion der Ladungen gehen ihre Hüllen zu Bruch und zersplittern. Auch die Gestelle aller Typen werden zerstört, aber nicht die Bänder.

Der aus mehrteiligen Bändern bestehende Perforator (Abb. 3c) ist besonders interessant, da er gestattet, auf einmal eine Girlande von Ladungen zum Durch-

schießen einer Reihe gewünschter produktiver Intervalle einzulassen (insgesamt bis zu 30 m).

Die Vorzüge der Perforatoren (mit Bändern) bestehen in einer ungewöhnlich hohen Produktivität der Schießarbeiten, in der möglichen Kontrolle der Zündung jeder Ladung auf Grund der Deformation der Öffnungen im Band, das nach dem Durchschuß aus dem Bohrloch herausgezogen wird, der Sauberkeit des Bohrlochs nach dem Durchschuß und der Möglichkeit, Schießarbeiten bei verbogenen und deformierten Rohrtouren dank der Biegsamkeit des Bandes vornehmen zu können.

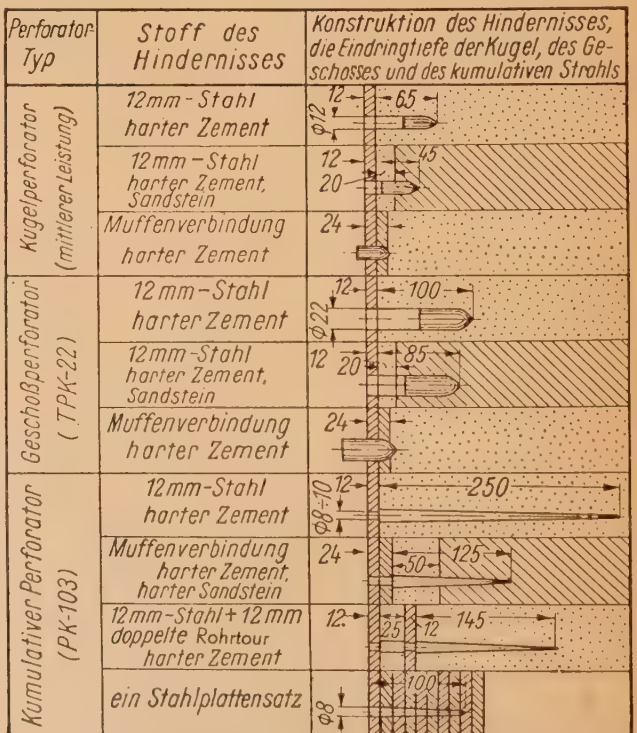
In Abb. 3d ist ein Hohlladungs-Perforator ohne Körper dargestellt, der bei der Explosion völlig zerstört wird. Dieser Perforator kann verschiedenartig konstruiert sein.

Ein Vorzug des sich völlig zerstörenden Perforators ohne Körper besteht darin, daß der Perforator nach dem Durchschuß nicht festkleben kann, da nur das freie Kabel aus dem Bohrloch herausgezogen wird. Trotzdem haben diese Perforatoren ernsthafte Mängel: im Bohrloch verbleiben die Teile des zerstörten Gestells, die später zu Störungen bei der Inbetriebnahme der Bohrung führen können; außerdem ist es nicht möglich, die Zündung der einzelnen Ladungen zu kontrollieren.

Im Gegensatz zu dem mit einem Körper versehenen Perforator für mehrfache Verwendung können die Perforatoren ohne Körper bedeutend größere Abmessungen haben und folglich über eine größere Durchschlagsfähigkeit bei gleichen radialen Abmessungen verfügen.

#### Die Durchschlagsfähigkeit der Hohlladungs-Perforatoren

In Abb. 4 sind die praktisch erzielten Eindringtiefen für Stahl, Zement und Gestein sowie verschiedene Kombinationen dieser Stoffe beim Durchschuß mit Kugel-, Geschoß- und Hohlladungs-Perforatoren mit



1 — Stahl, 2 — Zement, 3 — Sandstein

Abb. 4

1 — Stahl, 2 — Zement, 3 — Sandstein



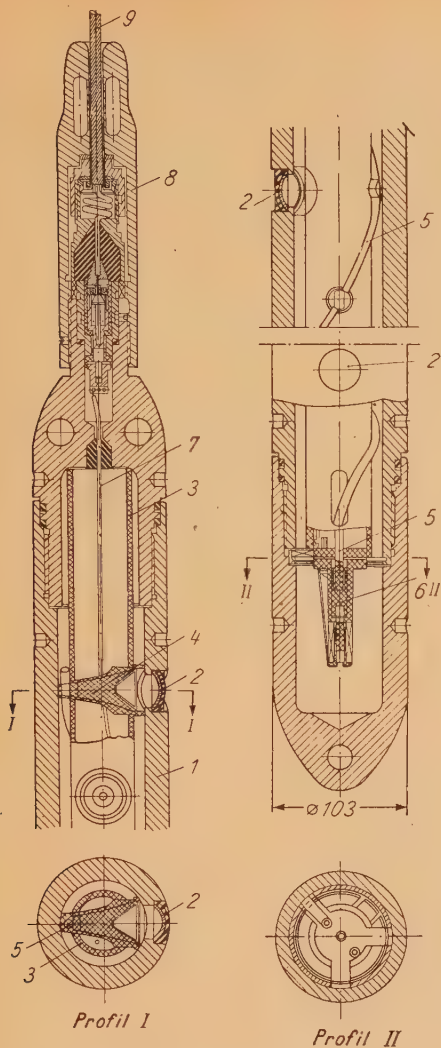


Abb. 5. Hohlladungs-Perforator PK-103 in Stahlgehäuse

1 — Gehäuse; 2 — Befestigung der Ladungen im Mantel; 3 — Papphülle zur Anbringung von Ladungen; 4 — Hohlladung; 5 — Zündschnur; 6 — Sprengpatrone; 7 — elektrische Leitung, die die Sprengpatrone mit der Kabelleitung verbindet; 8 — Kabelköpfchen; 9 — bewehrtes Kabel.

einem Außendurchmesser des Körpers von etwa 100 mm dargestellt. Aus dieser Abbildung sind die Vorzüge der Perforation mit Hohlladungen ersichtlich.

Ein noch größerer Unterschied in bezug auf die Durchschlagsfähigkeit der Hohlladungen und der Kugelperforatoren ergibt sich, sobald man ihre radialen Abmessungen verringert (in Abb. 4 nicht dargestellt). So ist z. B. ein Kugelperforator von  $1\frac{3}{4}$ " nur imstande, ein Pumpen-Kompressorrohr von 2" oder Bohrröhr von 3" zu durchschlagen (zur Herstellung der Zirkulation, wenn der Bohrer festgeklemmt ist). Der Hohlladungs-Perforator des gleichen Durchmessers dagegen durchschlägt die Wandung einer 5- bis 6"-Verrohrung und schlägt in Zement ein 90 mm tiefes Loch.

Über eine besonders hohe Durchschlagsfähigkeit verfügen die Hohlladungs-Perforatoren ohne Körper. So kann z. B. ein Perforator ohne Körper und mit 100 mm Durchmesser in Stahl eine Öffnung von 130 mm Tiefe und in festem Zement eine solche von 300 mm Tiefe und einem Durchmesser von 20 mm schlagen; ein Perforator mit einem Durchmesser von 160 mm schlägt in Stahl eine Öffnung von 180 mm Tiefe und in Zement

eine solche von 500 mm Tiefe, wobei der Durchmesser der Öffnung jeweils 30 mm beträgt.

#### *Die Verwendung der Hohlladungs-Perforatoren in der Erdölindustrie der Sowjetunion*

Zur Zeit wird in der Erdölindustrie der Sowjetunion der im Land selbst hergestellte Hohlladungs-Perforator PK 103 eingeführt (Stahlkörper mit einem Außendurchmesser von 103 mm). Diese Perforatoren sind für die Perforation von Bohrlöchern bestimmt, die mit Rohren (lichter Durchmesser 5" und mehr) versehen sind. Die Konstruktion dieser Perforatoren (Abb. 5) wurde im Laboratorium für Perforation beim NIIGR entwickelt.

Bei den Perforatoren PK 103 werden 10 bis 20 Hohlladungen (mit einem Gewicht von je 23 Gramm) gleichzeitig in das Bohrloch hinabgelassen; diese Ladungen sind spiralartig, jeweils um 90° wechselnd und mit einem Achsenabstand von 85 mm angeordnet (das entspricht einer Dichte der Perforation von 12 Öffnungen pro Meter der Bohrlochwand). Diese Perforatoren sind für Bohrlöcher mit einem hydrostatischen Druck bis 500 kg/cm<sup>2</sup> und einer Temperatur bis + 160° C vorgesehen. Die Ladungssätze für die Perforatoren sind in zwei Varianten entwickelt worden: für eine Temperatur bis + 60° C (PK 103) und für eine Temperatur bis + 160° C (PK 103 T).

Seit 1954 werden diese Perforatoren in Baschkirien und in der Tatarischen ASSR erprobt. In Tujmasy wurde nach einer Hohlladungs-Perforation mit einer Dichte von 12 Öffnungen/m in drei Exploitationsbohrlöchern, die früher mit Geschossen PTK-22 durchschossen worden waren, eine Erhöhung der Produktivität um 40% erzielt. In der Tatarischen ASSR kam es in einem seinerzeit mit dem Kugelperforator PT-6 durchschossenem und kein Öl lieferndem Bohrloch nach der Hohlladungs-Perforation zu einem fontänenartigen Erdölausfluß mit 65 t in 24 Std. Ein Druckbohrloch in Tujmasy wurde nach Beendigung der Bohrarbeiten mit einem Hohlladungs-Perforator vom Typ PK 103 durchschossen und nahm schnell Wasser — bis zu 1000 m<sup>3</sup> in 24 Stunden — auf.

Anfang 1955 wurden die Perforatoren PK 103 mit wärmewiderstandsfähigen Sprengstoffelementen auch im Bezirk Osek-Suat in einer Tiefe von 3400 bis 3500 m mit einer Sohlen-Temperatur von 140 bis 150° C und einer Perforationsdichte von 20 Öffnungen/m erfolgreich erprobt.

Im Jahre 1955 wurde mit der breiten Erprobung der Hohlladungs-Perforatoren PK 103 in einer ganzen Reihe von Erdölbezirken der Sowjetunion begonnen.

Bei der Mehrzahl der Exploitationsbohrlöcher in Baschkirien und Tatarien, die mit Hohlladungs-Perforatoren durchschossen worden waren, ist die Erdölförderausbeute im allgemeinen höher als bei Kugel- bzw. Geschößperforation unter gleichen geologischen Verhältnissen.

Gute Ergebnisse erzielt man beim Aufschluß von Schichten mit Hohlladungs-Perforation durch doppelte Rohrtouren, wie z. B. bei der Strukturbohrung in Melkesk in Tatarien sowie bei verschiedenen Bohrlöchern in Krasnodar oder Grosny.

In einem dieser Bohrlöcher mit 10- und 6"-Rohrtouren auf dem Bugundys-Feld in Krasnodar stieg der Produktivitätskoeffizient nach Hohlladungs-Perforation



auf das Dreifache im Vergleich zu den früher nach zweimaligem Durchschuß mit Kugel-Perforatoren SSP 4 1/4" und Geschoßperforatoren TPK-22 erzielten Werten.

In einigen Bohrlöchern führt man die Hohlladungs-Perforation durch, um die Ausbeutung von zwei Horizonten verwirklichen zu können.

Der gute Zustand der Rohrtour nach dem Durchschuß mit Hohlladungs-Perforatoren vom Typ PK 103 mit einem Körper ermöglicht es, nach Meinung der Mitarbeiter der Vereinigung „Krasnodarneft“, einen vollständigen Aufschluß von Erdspeichern bei wenig mächtigen Schichtprofilen durchzuführen, da man in diesem Falle eine große Dichte der Perforation ansetzen kann, ohne Gefahr zu laufen, daß in der Verrohrung Risse entstehen.

Zur Zeit wird die Hohlladungs-Perforation bei hohen Temperaturen aufweisenden Bohrlöchern in Grosny und Krasnodar in großem Umfang angewendet.

Man darf jedoch nicht glauben, daß die Hohlladungs-Perforation trotz ihrer großen Vorzüge die Kugel- oder Geschoßperforation sowie das Torpedieren von Bohrlöchern restlos ersetzen kann.

Die bedeutend billigere Kugelperforation ist zweckmäßigerweise bei solchen Bohrlöchern anzuwenden,

bei denen eine ausreichend gute Erschließung der produktiven Schicht durch Kugelperforation gewährleistet ist, sowie auch in solchen Fällen, wo ein selektiver Durchschuß notwendig ist. Ebenfalls muß die Möglichkeit einer Erhöhung der Durchschlagsfähigkeit der Kugelperforatoren um 25 bis 30% in Rechnung gestellt werden, wie man sie gegenwärtig im Laboratorium für Perforation des NIIGR verwirklichen will.

Die Frage über die Anwendungsgebiete der Geschoß- (Torpedo-) Perforation sowie der Torpedierung von Bohrlöchern neben der Hohlladungs-Perforation muß auf Grund künftiger Erfahrungen entschieden werden.

Zur Einführung der Hohlladungs-Perforation in die Erdölindustrie der Sowjetunion ist jetzt mit der Serienproduktion von Hohlladungs-Perforatoren mit festem Körper vom Typ PK-103 und PK-103-T, sowie von Ladungssätzen und Ersatzteilen begonnen worden.

Gleichzeitig werden im NIIGR die Arbeiten an der Konstruktion leistungsfähiger, hochproduktiver Perforatoren mit einem Körper und mit in gläsernen Hüllen untergebrachten Ladungen vom Typ PKS zu Ende geführt; es wird an Hohlladungs-Perforatoren kleiner Abmessungen gearbeitet, die in 2 1/2" starke Pump- und Kompressorrohre eingelassen werden können.

### Literatur

1. W. I. SCHTSCHUROW: Der Einfluß der Perforation auf den Zufluß von Flüssigkeiten aus der Schicht in das Bohrloch. Mitteilungsblätter über Fragen der Entwicklung wissenschaftlicher Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der sekundären Methoden der Erdölgewinnung. — Verlag der Aserbaidshansischen Akademie der Wissenschaften der UdSSR, 1953.
2. HOWARD, R. & M. WATSON: Relative productivity of gun perforated completions. — World Oil, III. Bd. 134, No. 2, 1952.
3. N. T. GRIGORJAN: Die Perspektiven der Anwendung von Hohlladungs-Perforationen zwecks Intensivierung der Erdölgewinnung. Methoden zur Steigerung der Erdölabbau der Schichten. — Staatsverlag für Technik, 1955.
4. A. J. KOLODJASHNY: Neue Methoden der Torpedierung und Perforation von Bohrlöchern. Methoden zur Intensivierung der Erdölgewinnung. — Bd. I, Staatsverlag für Technik, 1946.
5. BUDNIKOW u. a.: Sprengstoffe und Pulver. — Verlag des Ministeriums für Verteidigung, 1955.
6. Theoretische und experimentelle Untersuchungen über Erscheinungen der Kumulation. Sammlung von Übersetzungen und Übersichten aus der periodischen Literatur d. Auslandes. — „Mechanika“, Nr. 4/20, Verlag für ausländische Literatur, 1953.

## Die Aufbereitung nutzbarer Bodenschätze<sup>1)</sup>

Von I. N. PLAKSIN, Korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau

Die Redaktion der „Ztschr. f. angew. Geol.“ hält es für angebracht, den Geologen und den Lagerstättenbearbeitern der DDR einen Überblick über die modernen Aufbereitungsverfahren aus berufener Feder zu geben. Der nachstehend veröffentlichte Aufsatz eines führenden sowjetischen Fachmannes der Aufbereitungstechnik erscheint ihr um so geeigneter für diesen Zweck, als er nicht für die Fachspezialisten geschrieben wurde und dem Geologen viele Hinweise gibt, die bei der Bewertung einer Lagerstätte und ihrer Rohstoffe wichtig sind. Die von Prof. PLAKSIN so leidenschaftlich für die sowjetische Industrie erhobene Forderung einer komplexen und besseren Nutzung der Rohstoffe trifft auf die DDR nicht minder zu. Auch bei uns bestehen große Möglichkeiten, zusätzliche wertvolle Nutstoffe durch eine Verbesserung der Technologie der Aufbereitung und Verhüttung zu gewinnen. Bei zielstrebigem Arbeit unserer Wissenschaftler und Ingenieure ist es ohne wesentliche Schwierigkeiten möglich, die DDR mit dem benötigten Selen, Germanium, Zirkon, Lithium, Titan u. a. zu versorgen.

D. R.

Die Entwicklung der Aufbereitungsverfahren für Erze und andere nutzbare Bodenschätze fördert den technischen Fortschritt im Bergbau, in der chemischen Industrie und im Hüttenwesen, hier besonders auf den

Gebieten der Bunt- und Edelmetallverhüttung sowie der Metallurgie seltener Metalle. Auch für eine Erhöhung der Steinkohlenförderung ist die Aufbereitung von großer Bedeutung.

Mit der Aufbereitung beginnt der Verarbeitungsgang der Bodenschätze. Ihr kommt die Aufgabe zu, die wertvollen Mineralien von den tauben Gesteinen zu scheiden. Dabei entstehen durch mechanisches Trennen der Erze bildenden Mineralien Konzentrate und Abgänge (sogenannte Berge). Für den Trennvorgang können Unterschiede im spezifischen Gewicht, verschiedenes Verhalten in einem magnetischen oder elektrischen Feld und schließlich unterschiedliches Haftvermögen an Luftblasen (Flotation), das durch Zugabe gewisser Reagenzien geregelt wird, benutzt werden<sup>2)</sup>. Heute bereitet man auf diese Weise nicht nur Erze und Kohlen auf, sondern in der chemischen Industrie auch Salze, Rohstoffe in der Nahrungsmittelindustrie und viele andere Stoffe.

<sup>2)</sup> Die Flotation beruht auf Unterschieden der physikalisch-chemischen Oberflächeneigenschaften der einzelnen Mineralien, insbesondere darauf, daß vom Wasser nicht benetzbare Mineralien an im Wasser aufsteigende Luftbläschen haften.

<sup>1)</sup> Aus „Priroda“ Heft 6, 1956 (russisch), etwas gekürzt.



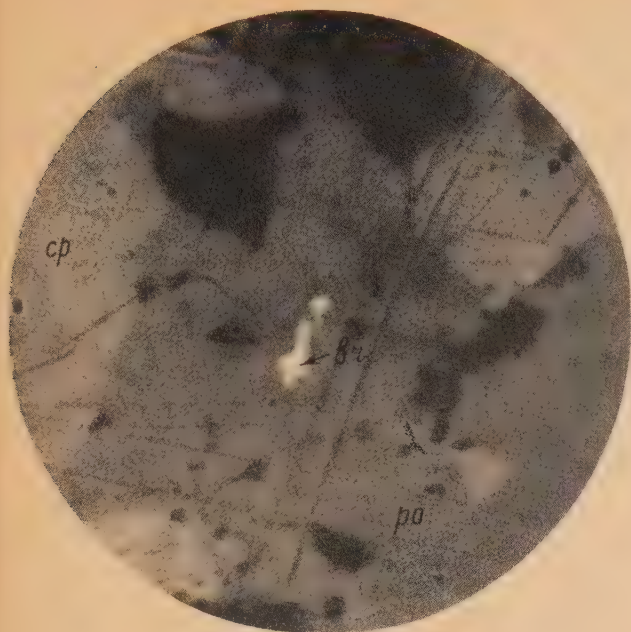


Abb. 1. Anschliff eines platinhaltigen Kupfer-Nickel-Erzes  
Vergrößerung: 3500fach

cp: Kupferkies (hellgrau); po: Magnetkies (dunkelgrau);  
br: Braggit (Palladium-Platin-Nickelsulfid; weiße Körner in  
der Mitte des Schliffs

Die Aufbereitung mineralischer Rohstoffe ist in wirtschaftlicher Hinsicht von großer Bedeutung, da sie es ermöglicht, die Verhüttungskosten der Rohmaterialien beträchtlich zu senken und die Kosten für deren Transport von der Grube zur Hütte herabzusetzen. Die Technologie der Erzaufbereitung entwickelte sich im Laufe der letzten 30 Jahre lebhaft. Sie gestaltete eine Anzahl metallurgischer Prozesse grundlegend um. Besonders wichtig für die Volkswirtschaft ist die Ausdehnung auf arme und komplexe Lagerstätten, deren Verwertungsmöglichkeit stets erst durch eine erfolgreiche Aufbereitung möglich wird.

Eins der wichtigsten Aufbereitungsverfahren besteht darin, daß man aus dem Fördergut unter Ausnutzung der Unterschiede im spezifischen Gewicht der einzelnen Mineralien die wertvollen Bestandteile mechanisch abtrennt. In letzter Zeit konnten diese Verfahren weiter entwickelt werden. Für die Aufbereitung von Erzen, die magnetische Mineralien enthalten, wurde die Magnetscheidung eingeführt und zum Trennen der Komponenten mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften die Elektroscheidung (elektrostatische Aufbereitung). Um ein Erz in seine Komponenten zerlegen zu können, ist es erforderlich, die massiven, aus der Grube kommenden Stücke zu zerkleinern und in ein feines Gekörn zu verwandeln. Dabei werden die Teilchen der nutzbaren Mineralien und des tauben Gesteins aus ihrer gegenseitigen Verwachsung, in der sie im kompakten Gestein vorliegen, gelöst. Abb. 1 zeigt die Verwachsung sulfidischer Mineralkörner eines Kupfer-Nickel-Erzes mit Platinmineralien. Es handelt sich hierbei um die Photographie eines Anschliffs, der für die mineralogische Untersuchung des Erzes angefertigt wurde. Letztere ist zum Ermitteln der Aufbereitungsbedingungen erforderlich. Vergrößert man die Photographie noch weiter bis auf das 7000fache, dann erkennt

man nicht nur die Verwachsung des Kupferminerals Kupferkies (cp, hellgrau) mit Magnetkies (po, dunkelgrau), sondern in der Mitte sind auch Braggitkörner in der Größe von einigen Mikron zu sehen, die Platin, Palladium und Nickel in Form von Sulfiden enthalten. Es ist unschwer zu erkennen, daß es notwendig ist, ein solches Erz vor der Aufbereitung fein zu vermahlen. Für die Feinzerkleinerung von 1 t Erz sind ungefähr 20 kW elektrischer Energie nötig. Das sind etwa 50% des gesamten Energieverbrauchs für die Aufbereitung. Daraus wird offensichtlich, wie groß der Energieaufwand für die Zerkleinerung des Erzes in einer modernen Aufbereitungsanlage ist, deren Durchsatz 20 000 und sogar 30 000 t in 24 Stunden erreicht.

Die Entwicklung neuer Zerkleinerungsverfahren ist eins der vordringlichsten Probleme der Aufbereitung. Es ist deshalb so wichtig, weil beim Vermahlen in den üblichen Kugelmühlen mehr als 90% der aufgewandten elektrischen Energie in Form von Wärme verlorengehen und nur ein verhältnismäßig sehr kleiner Teil für die mechanische Zerkleinerung des Erzes ausgenutzt wird. Neue Entwicklungen auf diesem Gebiet sind die Schwingmühlen für eine äußerst feine Vermahlung auf Korngrößen von wenigen Mikron und die Zerkleinerung durch Sprengen des Gefüges durch schroffe Druckänderung von hochgespannten Dämpfen, in denen sich die Erze befinden.

In letzter Zeit sind beträchtliche Erfolge mit der Wichtesortierung von Kohlen und Erzen in Schwertrüben erreicht worden. So scheidet man in einer Aufschlämmlung von feingemahlenem Magnetit reine aschearme Kohle von den Bergen und den mit Bergen verwachsenen Kohlen. Mit diesem Verfahren lassen sich Körner trennen, deren spezifische Gewichte sich nur um 0,1 unterscheiden. Moderne große Aufbereitungsanlagen in Frankreich, den USA und mehreren anderen Ländern wenden bereits dieses Verfahren an. Es zeichnet sich durch eine hohe Trennschärfe und hohe Durchsatzleistung aus. Die umfassende Einführung dieses Verfahrens in der UdSSR ist für den technischen Fortschritt der Erz- und Kohlenaufbereitung, besonders jedoch der Eisenerzaufbereitung, von außerordentlicher Bedeutung.

Eine andere neue Entwicklungsrichtung in der Kohlen- und Erzaufbereitung ist das Trennen mit Hilfe der Fliehkraft. Als sehr aussichtsreich erscheint hier der Einsatz des Hydrozyklons, der auch die Trennung feiner Teilchen erlaubt. In den üblichen Schwertrübescheidern sondern sich die kleinen Körnchen nicht ab, weil sie infolge ihres geringen Gewichts den Widerstand des zähflüssigen Mediums nur schwer überwinden können. Aus diesem Grund bleibt die Durchsatzleistung und die Trennschärfe unbefriedigend. In Hydrozyklonen und Zentrifugen wird zum Trennen der Mineralteilchen die Fliehkraft ausgenutzt, die um sehr vieles größer sein kann als die Schwerkraft der gleichen Körner. Der Hydrozyklon zeichnet sich durch eine einfache Bauart aus. Er besteht aus einem Hohlzylinder von 200 bis 300 mm Durchmesser mit konischem Unterteil<sup>3)</sup>. Gewöhnlich wird er senkrecht aufgestellt. Im oberen Zylinderteil strömt tangential zur Mantelfläche ein Gemisch aus Schwertrübe und aufzubereitendem Gut mit einem

<sup>3)</sup> Diese Maße gelten bei Verwendung des Hydrozyklons zur Wichtesortierung mit dem Schwertrübeverfahren. Im deutschen Schrifttum wird er dann als Waschzyklon bezeichnet.





Abb. 2. Flotationsapparat in einer Blei-Zink-Aufbereitungsanlage.

Der über den Rand der Maschine abfließende Schaum enthält die Bleimineralien

Druck von mehreren Atmosphären durch ein Rohr ein. Die Körner der schwereren Mineralien werden an die Wand des Zyklons gedrängt und gelangen dann auf einer spiralförmigen Bahn nach unten zum Austrag. Das leichtere Material wird oben durch eine Öffnung in der den zylindrischen Teil abschließenden Platte ausgetragen.

In der Sowjetunion führte das Institut für bergbauliche und chemische Rohstoffe dieses Verfahren zur Anreicherung von Kalisalzen ein. Aus einem Rohsalz mit 25 bis 30% KCl konnte ein Salz mit 90 bis 93% KCl gewonnen werden. Die Verluste in den Abgängen betragen dabei nicht mehr als 6 bis 8% der wertvollen Bestandteile.

Für die Aufbereitung von Kohlen wurden Zyklone vom Institut für Bergbau der Akademie der Wissenschaften der UdSSR eingesetzt. Es ergab sich, daß sie bei der Verarbeitung feiner Kohleteilchen sehr wirksam sind. Auf diesem Wege läßt sich eine recht vollkommene Trennung der Kohleteilchen von den stark asche- und schwefelhaltigen Bestandteilen erreichen. An dieser Stelle muß auch die gute Trennwirkung des Hydrozyklons bei Zugabe von Flotationsreagenzien erwähnt werden.

Die Flotationsverfahren entwickelten sich in den letzten Jahrzehnten und fanden eine sehr weite Verbreitung. Bei ihnen wird zwar letzten Endes auch eine mechanische Trennung der Mineralien vorgenommen, doch beruht sie in erster Linie auf Unterschieden in den physikalisch-chemischen Eigenschaften der Mineraloberflächen. Durch Zugabe gewisser chemischer Reagenzien erlangen die Teilchen der wertvollen Komponenten wasserabstoßende Eigenschaften (sie werden hydrophob) und sind dann fähig, an Luftbläschen zu haften. Bläst man Luft in ein Gemisch ein, bestehend aus feinvermahlenem Erz und Wasser, oder saugt die Luft durch entsprechende Vorrichtungen an, so schwimmen die mit Mineralteilchen beladenen Bläschen zur Flüssigkeitsoberfläche auf. Diesen Vorgang bezeichnet man als Schaumflotation (Schaumswimmverfahren). Der Schaum wird von der Oberfläche abgestrichen und er-

gibt nach Entwässerung ein trockenes feinkörniges Konzentrat, das zur Hütte geht (Abb. 2). Die Flotation wurde zu einem der wichtigsten Aufbereitungsverfahren. Ihre Einführung in die Betriebe des Bergbaus und des Hüttenwesens sowie in andere Industriezweige hatte einen großen Einfluß auf die Entwicklung der gesamten Industrie.

Der Flotationsvorgang beruht auf der selektiven Adhäsion bestimmter Mineralien an der Grenzfläche zweier Phasen, z. B. an der Oberfläche von Luftbläschen, und auf dem Fehlen dieser Eigenschaft bei anderen Teilchen. Zu diesem Zweck wird bei dem verbreitetsten dieser Verfahren — der Schaumswimmaufbereitung — Luft durch ein Gemisch aus feinvermahlenem Erz und Wasser — die sogenannte Trübe — geblasen.

Der Trübe setzt man Reagenzien verschiedener Art zu. Die einen von ihnen erniedrigen die Oberflächenspannung an der Grenzfläche Luft — Wasser und rufen eine verstärkte Schaumbildung hervor. Das sind die Schäumer. Die anderen, die sogenannten Sammler, werden von bestimmten Mineralien adsorbiert und bewirken das Haften dieser auszubringenden Mineralteilchen an den Luftbläschen. Außerdem benutzt man Reagenzien, welche die Wirkung der Sammler auf bestimmte Mineraloberflächen besonders verstärken, die sogenannten aktivierenden Schwimmmittel. Einige Reagenzien (Drücker) zeigen entgegengesetzte Eigenschaften.

Von großer Bedeutung für die Erforschung des Flotationsvorgangs waren Untersuchungen auf dem Gebiet der physikalischen Chemie der Oberflächenerscheinungen (P. A. REBINDER) und der Elektrochemie der Kolloide (A. N. FRUMKIN). Dadurch wurde die Rolle mehrerer Faktoren geklärt, welche die selektive Adhäsion der Mineralteilchen an den Luftbläschen beeinflussen, und das kinetische Prinzip des Vorgangs erkannt. Weitere Versuche ermöglichten die Klärung des Flotationsablaufs sowohl im Fall der Adhäsion einzelner Teilchen an Luftblasen als auch in den Fällen, bei denen eine Flockenbildung durch Zusammenballung einzelner Teilchen zu Gruppen eintritt. Diese Untersuchungen führte G. P. SLAWNIN mit Hilfe von Mikroaufnahmen auf Filmband durch. Die Abb. 3, 4 und 5 zeigen einige Stufen dieser Vorgänge. Sie wurden auf Mikrofilm mit 1500 Bildern in der Sekunde aufgenommen.

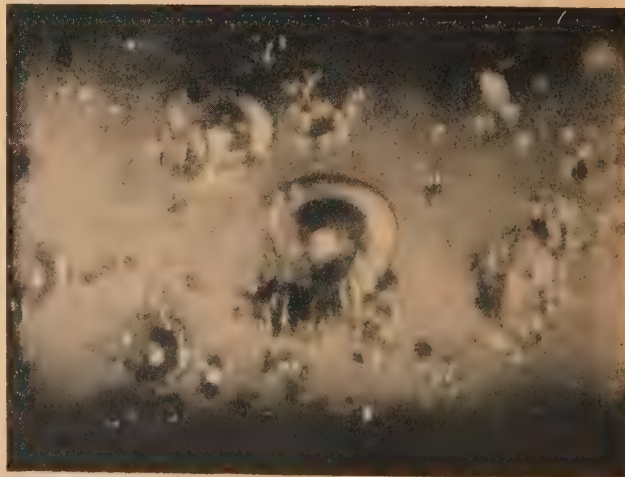


Abb. 3. Ausschnitt einer Filmaufnahme des Flotationsvorgangs (1500 Bilder/s) nach G. P. SLAWNIN; ein mit Bleiglanzteilchen beladenes Bläschen steigt auf. Vergrößerung: 10fach



Eine andere Möglichkeit für die Untersuchung der Flotationskinetik besteht im Messen der Zeit, die bis zum Haften des Teilchens an der Blase vergeht. Dazu dient ein Kontaktgerät mit elektronischer Schaltung.

Gegenwärtig besteht eine der wichtigsten wissenschaftlichen Aufgaben auf dem Gebiete der Flotationstheorie darin, die wechselseitige Beeinflussung von Flotationsmitteln und Mineralien zu erforschen. Für diese Untersuchungen werden verschiedene physikalisch-chemische Methoden angewandt. Eine davon ist der Einbau radioaktiver Isotope in die Flotationsreagenzien.

Für das Erkennen des Chemismus der Wechselwirkung zwischen Flotationsreagenzien und Mineralien ist eine quantitative Erfassung der sich auf den Kristallflächen der Mineralteilchen abspielenden Vorgänge von großer Bedeutung. Bis in die jüngste Zeit war es nicht möglich, ein genügend empfindliches Verfahren zum Feststellen dieser Erscheinungen zu finden. Erst das Arbeiten mit radioaktiven Isotopen führte zu Ergebnissen. Die radioaktiven Isotope werden den als Flotationsmittel dienenden chemischen Verbindungen zugesetzt. So kann die Verteilung der Reagenzien auf die verschiedenen Teile der untersuchten Flotationstrübe verfolgt werden, ebenso die Reagenzverteilung in dem aus ihr gewonnenen Konzentrat und in den anderen Aufbereitungsprodukten. So konnte z. B. durch die Verwendung radioaktiver Isotope des Schwefels und Phosphors geklärt werden, in welchen Fällen und warum Stickstoff die Flotation von Kupfer-, Zink- und Eisensulfiden günstig beeinflusst. Wesentlich für den Flotationsvorgang ist die Dichte der auf den Teilchenoberflächen entstehenden Reagenzschichten. Es gilt, nicht nur empirisch die bestehenden Abhängigkeiten festzu-

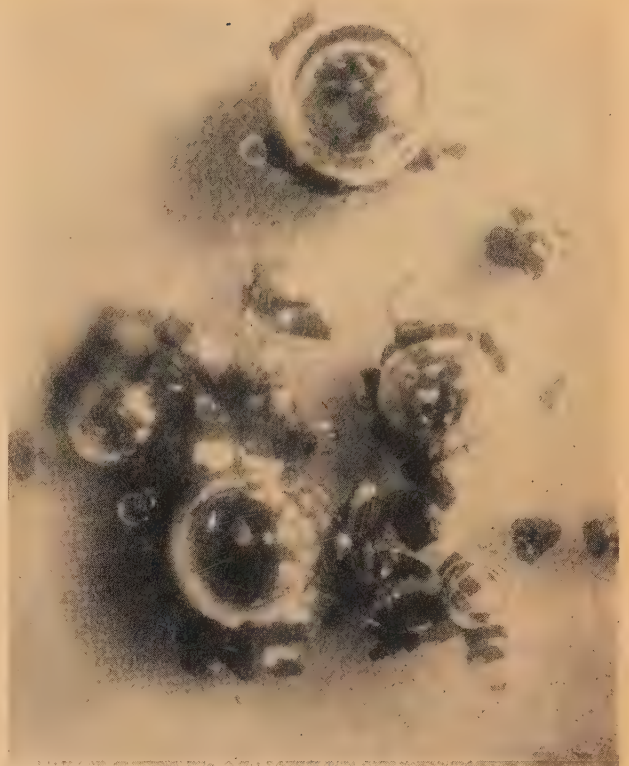


Abb. 5. Durch Vereinigung mehrerer Blasen entstandene Luftblase und einzelne Bläschen, an denen Bleiglantzteilchen haften. Vergrößerung: 5fach

stellen, sondern auch den Mechanismus des Flotationsprozesses zu erforschen. Die Bedeutung der radioaktiven Isotope für die Kontrolle und Regelung der Aufbereitungsprozesse wächst. Außerdem gelingt es, mittels Mikroradiographie die Gleichmäßigkeit der Bedeckung äußerst kleiner Teilchen — mit Korngrößen von 50 bis  $10\ \mu$  — festzustellen. Abb. 6 zeigt die Photographie eines Bleiglantzornes und Abb. 7 die Verteilung des Sammlers — Äthylxanthat mit eingebautem Schwefelisotop — auf der Oberfläche dieses Teilchens (nach einer Gemeinschaftsarbeit des Verfassers mit R. SCH. SCHAFJEV und S. P. SAIZEWA). Die schwarzen Teile der Oberfläche sind mit dem Reagenz bedeckt. Im vorliegenden Falle ist dieses auf der Bleiglantzoberfläche ungleichmäßig verteilt. Der Einsatz radioaktiver Isotope bietet für die Kontrolle und Regelung der Verfahren viele neue Möglichkeiten.

Einige allgemeine Gesetzmäßigkeiten sowie die ähnliche apparative Gestaltung der Verfahren verbinden die Flotation bis zu einem gewissen Grade mit einem anderen neuen und sich schnell entwickelnden Zweig der Technik, der Hydrometallurgie. Sie gewinnt die Metalle mit Hilfe wässriger Lösungen chemischer Reagenzien aus dem Erz. Einen großen Fortschritt stellt die Kombination von Aufbereitungsverfahren mit anschließenden, der Weiterverarbeitung der Erze dienenden hydrometallurgischen Verfahren dar. Sowjetische und ausländische Forscher haben nachgewiesen, daß die Wechselwirkungen zwischen Reagenzien und Mineralien sowohl von der Zusammensetzung als auch vom Bau der Kristallgitter der Mineralien abhängen. Auf Strukturuntersuchungen nutzbarer Rohstoffe und Mineralien mit Hilfe verschiedener Verfahren wird daher bei der Ermittlung der Aufbereitungsmöglichkeiten von Erzen und Kohlen besondere Aufmerksamkeit verwandt.



Abb. 4. Einzelnes Bläschen, das mit Bleiglantz beladen ist. Vergrößerung: 20fach





Abb. 6. Photographie eines Bleiglanzteilchens von Flotationsgröße im auffallenden Licht. Vergrößerung: 60fach

Großen industriellen Nutzen verspricht man sich von den Verfahren, die die Methode der Flotation mit denen der Wichtesortierung verbinden. So wurde die Herdflotation<sup>4)</sup> zur Anreicherung von Zinn-, Wolfram- und Titan-Erzen eingesetzt sowie für die Aufbereitung von Mineralien, die für die Düngemittelindustrie von Bedeutung sind. Durch die gemeinsame Arbeit von Wissenschaftlern und Praktikern konnte sich das Verfahren der Herdflotation in einer Reihe von Betrieben einführen.

Äußerst wichtig ist eine Weiterentwicklung der Magnetaufbereitung, die bekanntlich Mineralien auf Grund ihrer unterschiedlichen magnetischen Permeabilität trennt. Sie wird im großen Maßstab bei der Aufbereitung von Eisen- und Manganerzen sowie von Erzen seltener Metalle angewandt. Sowjetische Wissenschaftler am Institut für Erzaufbereitung in Leningrad haben die theoretischen Grundlagen dieses Verfahrens ausgearbeitet. Hier und im Forschungsinstitut für Erzbergbau in Kriwoi Rog wurden neue Magnetscheider entwickelt. Als vorbereitendes Verfahren für die Magnetscheidung ist die magnetisierende Röstung sehr wichtig. Dabei werden schwachmagnetische Mineralien in stark magnetische Verbindungen überführt.

Unterschiede in der elektrischen Leitfähigkeit, in den Dielektrizitätskonstanten und anderen physikalischen Eigenschaften der Mineralien und des tauben Gesteins ermöglichen ein Scheiden durch elektrische Aufbereitung.

Am aussichtsreichsten erscheinen Verfahren, die den Koronaeffekt und damit Erscheinungen ausnützen, die in Gasen unter Einwirkung eines starken, zwischen Elektroden erzeugten, elektrischen Feldes auftreten. Die elektrostatischen Verfahren werden allein oder in Verbindung mit anderen zum Sortieren von Kohlen, mitunter auch zum Anreichern von Erzen, Nichterzen und verschiedenen industriellen Abgängen, zum Erzeugen eines verkaufsfähigen Produkts aus verschiedenartigen

Rohstoffen seltener Metalle sowie zum Entstauben angewandt. Als Ergebnis der Untersuchungen sowjetischer Wissenschaftler und Ingenieure wurden verschiedene Ausführungen elektrostatischer Scheider mit Sprüh-elektroden entwickelt, die sich bereits mit Erfolg in verschiedenen metallurgischen Industriezweigen einführen.

Die Gewinnung und Verwendung neuer Elemente, besonders neuer Metalle, eröffnet sehr gute Aussichten für die Weiterentwicklung der Technik. Wenn vor 40 Jahren der technische Entwicklungsstand es nur erlaubte, höchstens 10 Metalle aus den Erzen zu gewinnen, so lassen sich heutzutage praktisch etwa 60 Metalle ausbringen. Es wurden Methoden zur Gewinnung fast sämtlicher Metalle und vieler ihrer Verbindungen aus den Bodenschätzen ausgearbeitet. Mit dem zahlenmäßigen Wachstum der sowjetischen Metallproduktion ging eine erhebliche Qualitätsverbesserung Hand in Hand. Im 6. Fünfjahrplan ist eine noch stärkere Erweiterung des Eisenerzbergbaus vorgesehen. Nach den Direktiven des XX. Parteitages sollen das Erzaufbereitungskombinat Katschkanar im Ural in Betrieb genommen sowie die Förder- und Aufbereitungskapazität für die Eisenerze im Becken von Kriwoi Rog und für die Vorkommen auf Kertsch erhöht werden. Schließlich soll das Kombinat von Sokolow-Sarbaisk mit 10 Millionen t jährlichem Roherzdurchsatz anlaufen und 1960 5,5 Millionen t Konzentrat liefern.

Die auf dem theoretischen Gebiet der Aufbereitung und des Hüttenwesens erzielten Fortschritte geben schon jetzt Gelegenheit, die Aufbereitungsverfahren zu vervollkommen und das südliche Aufbereitungskombinat von Kriwoi Rog — das bedeutendste im Land — zu errichten sowie den Aufbau des Kombinats von Nowo-Kriwoi-Rog in Angriff zu nehmen.

In den Direktiven des XX. Parteitages wird die Aufgabe gestellt, im 6. Fünfjahrplan die Metallausbringung



Abb. 7. Radiogramm des gleichen Bleiglanzteilchens. Negatives Bild der Oberfläche, die zum Teil mit dem Flotationsmittel (schwarze Flecken) — Natriumäthylxanthat mit eingebautem radioaktiven Schwefelisotop S<sup>35</sup> — bedeckt ist (nach I. N. PLAKSIN, R. SCH. SCHAFEJEW u. S. P. SAIZEWA). Vergrößerung: 60fach

<sup>4)</sup> Die Herdflotation ist ein Verfahren, bei dem die Prinzipien der Flotation mit denen der Wichtesortierung auf Herden kombiniert wurden.



zu erhöhen und an eine komplexe, d. h. umfassende Verarbeitung der Erze heranzugehen. Das hat um so größere Bedeutung, als ein hohes Ausbringen sämtlicher Metallkomponenten ein beträchtliches Ansteigen der Metallherzeugung ohne beträchtliche Erhöhung der Aufwendungen garantiert. Eine möglichst umfassende Ausnutzung der Erze bedeutet ein weitestgehendes Trennen und Absondern aller vorhandenen Wertbestandteile sowie das Gewinnen einer größtmöglichen Menge der nutzbaren Komponenten in allen Stufen der Aufbereitung und Verhüttung des Erzes.

Es sei nur daran erinnert, daß die Erze einiger Lagerstätten nur für die Gewinnung von drei oder vier, zuweilen fünf bis sechs wertvollen Komponenten dienen, obwohl sie als Rohstoff für die Gewinnung von zehn und mehr Metallen dienen könnten. Das gilt z. B. für Kupfer-Zink- oder Blei-Zink-Erze. Aus einer Reihe von Erzen erreicht man mit einfachen Mitteln praktisch schon ein Metallausbringen von über 90%. Aus vielen Erzen trennt man bei der Aufbereitung 4 bis 5 und mehr Metalle ab und verwendet darüber hinaus noch andere wertvolle Bestandteile, die z. B. als Pyrit-, Schwerspat- oder Quarzkonzentrate anfallen können. Bei der anschließenden Verhüttung gewinnt man bis zu 10 oder 12 Metalle und nebenbei noch Schwefelsäure. Diese Erze enthalten außer ihren Hauptbestandteilen noch Gold, Silber, Kadmium, Thallium, Germanium, Molybdän, Wolfram, Antimon, Aluminium sowie andere Metalle und wertvolle Nichtmetalle.

Von großem Interesse für eine vollständige Nutzung sind Kupfer-Nickel-, Apatit-Nephelin- und viele andere, besonders Eisenerze. In den geförderten Eisenerzen liegen in verschiedenen Verbindungen Zink, Kupfer, Arsen und andere wertvolle Elemente vor. Die größten Aufbereitungsanlagen der UdSSR verarbeiten Eisen- und Apatit-Nephelin-Erze. Die Apatit-Nephelin-Erze bilden ein wichtiges Ausgangsmaterial für die Erzeugung von Phosphatdüngemitteln, ferner von Nephelinkonzentraten zur Aluminiumherstellung. Aber weitaus nicht alle Bestandteile dieser Erze finden eine gebührende Verwendung. Sie gehen zusammen mit den Abgängen unwiederbringlich verloren.

Die wissenschaftlichen Grundlagen für die Entwicklung der Aufbereitungsverfahren für derartige komplexe Erze bilden eingehende Untersuchungen ihrer stofflichen Zusammensetzung und die Vervollkommnung der Aufbereitungsverfahren, die die Konzentrate für die Hütte oder andere weiterverarbeitende Betriebe liefern. Die geologische Prospektion der Lagerstätten und die geochemischen Untersuchungen der Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der wertvollen Elemente in der Erdkruste sind zum Erreichen der vollständigen Lagerstättenausnutzung äußerst wichtig.

Bis vor kurzem gewann man das für die heutige Technik so wichtige Metall Germanium durch ein metallurgisches Scheideverfahren. Gegenwärtig wird es aus Konzentraten gelaugt, die bei der Aufbereitung von Kohlen, komplexen Blei-Zink- und anderen Erzen anfallen. In der Kupfer-Blei-Zink-Lagerstätte Tsumeb (Südwestafrika) war das Vorkommen von Germanium schon lange bekannt, aber erst nach 1954 konnte dessen Bindung an Germanit und Renierit nachgewiesen werden. Man kann diese Mineralien in einem der Konzentrate bei der selektiven Flotation abscheiden. Das an Germanium

angereicherte Produkt wird vor der Trennung zehn Minuten lang gleichzeitig mit Stärke und Schwefelsäure behandelt. Flotiert wird bei einem  $p_H$ -Wert von 5,2. Das ausgeschwommene Konzentrat versetzt man mit Kalk und reinigt es durch nochmalige Flotation bei  $p_H = 10$ .

Auf Grund der Versuche sowjetischer Wissenschaftler wurde bereits in den Jahren 1929 und 1930 das direkte Schmelzen von Kupferkieserzen in Schachtföfen in den Betrieben des Urals und anderen durch die selektive (d. h. auswählende) Flotation dieser Erze ersetzt, wobei außer dem Kupferkonzentrat noch Zink- und Pyritkonzentrate anfallen. Dagegen ist das Ausbringen an Zink noch heute in einigen Fällen unbefriedigend. In den Flotationsabgängen gehen eine Anzahl wertvoller Bestandteile verloren, besonders das Gold. Ebenso ist das Ausbringen von Selen, Tellur und seltenen Elementen vollkommen ungenügend.

Grundlegende Verbesserungen wurden bei der Aufbereitung goldhaltiger Blei-Zink-Erze und platinhaltiger Kupfer-Nickel-Erze erzielt. Man konnte sich mit der Flotation dieser feinverwachsenen Erze im großen Maßstab vertraut machen. Jedoch ist auch bei ihnen eine vollständige Nutzung noch nicht erreicht worden. Um die Verluste an wertvollen Bestandteilen in den Abgängen herabzusetzen, ist eine weitgehende Einführung der selektiven Flotation unumgänglich. Dabei besteht die Hauptaufgabe darin, sich ähnlich verhaltende Mineralienkomponenten in Form eines Sammelkonzentrats gemeinsam abzuscheiden. Dieses Sammelkonzentrat, z. B. ein Blei-Zink-Konzentrat, wird erst im weiteren Verlauf des Verfahrensgangs in die Einzelbestandteile zerlegt, also in ein Blei- und ein Zinkkonzentrat.

Von besonderer Wichtigkeit für die Aufbereitung von komplexen Erzen ist das Suchen nach geeigneten Flotationsreagenzien und wirkungsvollen Reagenzkombinationen.

Auf dem Gebiete der Flotation bestehen große Möglichkeiten für die wissenschaftliche Forschung. So können z. B. Eisen- und Manganerze, die bis vor kurzem ausschließlich durch Läutern, Setzarbeit und Magnetscheidung aufbereitet wurden, heute durch Flotation mit Hilfe neuartiger Reagenzien angereichert werden. Eisenerze enthalten oft in geringen Mengen andere wertvolle Bestandteile, die sich besonders beim Flotieren gut abscheiden lassen.

Die Schaumflotation und die neuere Herdflotation ermöglichen eine beträchtliche Qualitätsverbesserung der Eisen- und der nebenbei anfallenden Titan- (Ilmenit-) Konzentrate. Die dabei abgeschiedenen sulfidischen Erzkonzentrate sind nicht selten selbst Träger wertvoller Bestandteile.

Gegenwärtig werden fast alle Erze der Bunt- und seltenen Metalle, ein beträchtlicher Teil der geförderten Eisenerze und Steinkohlen, über 90% aller Manganerze sowie Asbest, Graphit und viele andere bergbauliche Rohstoffe aufbereitet. Aus diesem Grunde ist es heute möglich, die Aufbereitung auf einer breiteren Basis zu entwickeln und sämtliche Bestandteile der Erze zu verwerten. So wird z. B. bei der Aufbereitung des Kaolins vieler Lagerstätten Quarzsand abgeschieden. Durch einige zusätzliche Arbeitsgänge kann man aus diesem Sand einen wertvollen Rohstoff für die Glasindustrie herstellen. In vielen Fällen können die Abgänge der Auf-





Abb. 8. Gesamtansicht einer modernen großen Kohlenaufbereitungsanlage mit 600 t/h Durchsatz

bereitungsanlagen und der Hütten als Rohmaterial für die örtliche Baustoffindustrie dienen.

Eine möglichst vollkommene Verwertung des Rohstoffs ist auch aus einer Reihe anderer Gründe erstrebenswert. Ein Herabsetzen des Schwefelgehalts der Steinkohlen ist für eine Verbreiterung der Basis für metallurgische Brennstoffe und eine Luftverbesserung in den großen Industriezentren äußerst wichtig. Der in den Kohlen enthaltene Schwefelkies wird nur in Sonderfällen in geringen Mengen abgeschieden und als Rohstoff für die Schwefelsäurefabrikation verwertet. Selbst in diesen seltenen Fällen widmet man der Trennung des Schwefels von den Kohlen nicht die gebührende Aufmerksamkeit. Um so mehr ist es nötig, auf die neuen Verfahren in der Steinkohlenaufbereitung — wie Einsatz von Flotationsapparaten, Schwertrübescheidern, Hydrozyklonen und Zentrifugen — hinzuweisen<sup>5)</sup>.

In enger Beziehung zur Erzaufbereitung steht die Hydrometallurgie. Durch ihre Kombination mit Aufbereitungs- und pyrometallurgischen Verfahren dürfte sich das höchstmögliche Metallausbringen erreichen lassen.

In letzter Zeit verbreitete sich in der Kupfererzbearbeitung eine Kombination von Flotation und Laugung. Nach diesem Verfahren wird das feinvermahlene Kupfererz mit einer 1 — 5%igen Schwefelsäurelösung behandelt, wodurch das oxydisch gebundene Kupfer in Lösung geht. Das gelöste Kupfer wird mit Eisen-

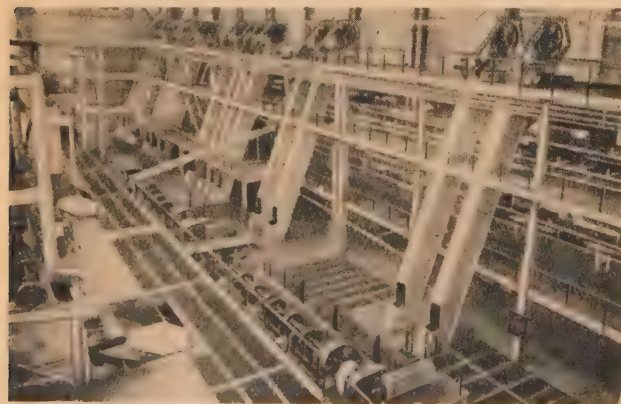


Abb. 9. Setzmaschine mit Druckluftantrieb zum Trennen von Kohle und Schiefer auf Grund des unterschiedlichen spezifischen Gewichts

spänen ausgefällt (zementiert). Dieses sogenannte Zementkupfer wird anschließend zusammen mit den sulfidischen Kupfermineralien unter Zusatz geeigneter Flotationsmittel ausgeschwommen. Auf diese Weise erreicht man Kupferkonzentrate mit 35 bis 60% Kupfer bei einem Kupferausbringen von 80 bis 90%. Bei der üblichen alleinigen Flotation der gleichen Erze beträgt das Metallausbringen nur 50 bis 70%.

Noch origineller ist der Einsatz der Flotation im Hüttenwesen. Bei der Nickelverhüttung besteht das schwierigste Problem im Scheiden des hauptsächlich aus Nickelsulfid, Kupfersulfid und Platinmetallen bestehenden Feinsteins. Bis vor kurzem geschah dies auf sehr kompliziertem Wege durch oftmaliges Umschmelzen unter Zusatz von Natriumbisulfat (Orfordprozeß). Gegenwärtig wendet man in der UdSSR und Kanada ein neues Verfahren an. Bei diesem werden die Komponenten des Feinsteins mit Hilfe der Flotation und Magnetscheidung getrennt.

Die wirtschaftliche Bedeutung einer vollständigen Verwertung der Erze veranschaulichen die folgenden

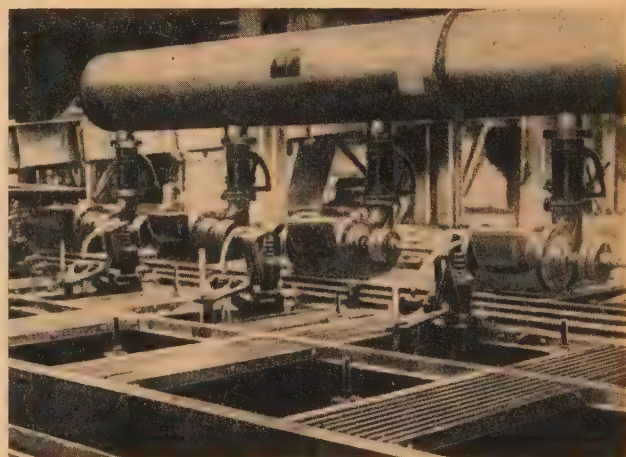


Abb. 10. Innenansicht einer Kohlenaufbereitungsanlage: Sieberei und Wichtesortierung

Beispiele: Beim Ausbeuten einer Gruppe polymetallischer Lagerstätten blieben infolge ungenügenden Ausbringens<sup>6)</sup> und Nichterfassung einer Anzahl Mineralien jährlich über 10000 t Blei, 8000 t Kupfer, 41 000 t Zink, 200 t Kadmium, 136 000 t Schwefel, 50 t Thallium — um nur einige zu nennen — ungenutzt. Von 14 verwertbaren Bestandteilen wurden bis in die jüngste Zeit nur 6 ausgebeutet. Bei einer anderen Gruppe von Lagerstätten wurden von den 12 vorhandenen Wertbestandteilen nur 5 erfaßt und jedes Jahr gingen u. a. mehr als 50 000 t Zink, 5000 t Blei und 300 t Kadmium verloren.

Die Verfahren der Aufbereitung ermöglichen auch die zusätzliche Gewinnung nichtmetallischer Produkte, wie Baryt, Quarz, Apatit usw. So werden in der Aufbereitungsanlage von Krasnouralsk neben Kupfer- und Zink- auch Schwefelkies- und Quarzprodukte erzeugt. In der Anlage von Salair fallen Blei-, Zink- und Schwer-spatkonzentrate an, und es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, Kupfer- und Pyritkonzentrate zu gewinnen. In der Kupferaufbereitungsanlage Balchasch

<sup>5)</sup> Die Abb. 8—10 zeigen die Gesamtansicht einer großen modernen Kohlenaufbereitung in Lothringen und ihre innere Einrichtung.



läßt sich ein Tonerdekonzentrat abtrennen. Außer den Kupfer-, Zink- und Schwefelkieskonzentraten können in den Kupferaufbereitungen des Urals noch die magnetischen Eisenminerale ausgebracht werden. In mehreren Eisenerzaufbereitungen, so in denen des Urals, ist sowohl das Aushalten der Schwefelkies-, Kupfer- und Titanminerale in Form gesonderter Konzentrate möglich als auch die Erzeugung von Schotter und Kies. Ebenso ist für sämtliche Erze das Problem ihrer verlustlosen Anreicherung zu lösen. Das mit großem Arbeitsaufwand geförderte Roherz kann und muß so verarbeitet werden, daß keine unverwertbaren Abgänge anfallen.

Die Verknüpfung von metallurgischen und Aufbereitungsverfahren gewährleistet eine hohe Metallausbeute des verarbeiteten Rohstoffs, wobei gleichzeitig

große Mengen von Schwefelsäure, die für viele Industriezweige und für die Landwirtschaft unentbehrlich ist, erzeugt werden können. Letztere wird durch Abrösten der bei der Aufbereitung sulfidischer Buntmetallerze anfallenden Pyritkonzentrate sowie auch aus den Abgasen metallurgischer Öfen gewonnen. Die vollständige Nutzung erhöht den Wert der Erze und macht große, noch ungenügend erfaßte Reserven für eine erhöhte metallurgische Produktion frei. Indem Wissenschaftler und Männer aus der Praxis nach Kräften die Forschungen auf diesem Gebiete intensivieren, dabei immer neue, die Aufbereitungsprozesse vervollkommnende Verfahren entwickeln, schaffen sie die Voraussetzung für eine erfolgreiche Erfüllung der vom 6. Fünfjahrplan gestellten Aufgaben.

## Erfahrungen bei Vermessungsarbeiten in Airika

Von RUDOLF STRAUBEL, Berlin

Der Verfasser hatte Gelegenheit, an einer geologischen Expedition teilzunehmen, die in den Wüsten- und Buschgebieten Afrikas arbeitete. Die klimatischen Bedingungen lagen bei Maximaltemperaturen von 40° bis 45° Celsius, verbunden mit Staubstürmen und fast senkrechtem Sonnenstand. Der Transport erfolgte auf Lastkraftwagen, die Bewegung im Gelände zu Fuß.

Der Verfasser war der einzige Vermessungsfachmann und mußte von Fall zu Fall Expeditionsteilnehmer und eingeborene Hilfskräfte zur Mitarbeit heranziehen. Seine Ausrüstung bestand im wesentlichen aus:

- 1 Theodolit Th 40 von der Freiburger Präzisions-Mechanik,
  - 1 Zeiß Dahlta-Theodolit mit Kartiertisch,
  - 1 Box-Chronometer von Lange & Söhne, Glashütte,
  - 1 Taschen-Chronometer von Lange & Söhne, Glashütte,
- dazu 1 Handrechenmaschine und die notwendigen Tafelwerke, um alle vorkommenden Messungen astronomischer und topografischer Art an Ort und Stelle auswerten und zeichnerisch auftragen zu können. Das vorhandene Kartenmaterial war für die gestellten Aufgaben unbrauchbar; es gründete sich zum Teil noch auf Routenaufnahmen von Kolonialoffizieren usw., die jahrzehntelang zurücklagen.

### Transport

Der Transport der Instrumente erfolgte in den üblichen Instrumentenkästen. Die Hohlräume zwischen den Instrumenten und Seitenwänden wurden mit Papier ausgestopft. Die so vorbereiteten Instrumentenkästen steckten ohne weitere Polsterung in Transportkisten, die per Bahn und Luft bis ins Einsatzgebiet kamen. Der Landtransport im Einsatzgebiet erfolgte auf 1,5-t-Lastwagen. Es wurden 5000 km Wüste, Buschpfade und teilweise wegloses Gelände passiert. Die größten Beanspruchungen mußte das Instrumentarium bei den Durchfahrten durch die ausgetrockneten Flüsse und beim ruckartigen Anschleppen festgefahrener Fahrzeuge im Sand aushalten. Nach etwa 2000 km Transport wurde das Gerät zum Einsatz fertig gemacht. Folgende Beschädigungen wurden festgestellt:

Beim Th 40 Verschiebung des optischen Mikrometers im Ablesefernrohr. Der Schaden konnte durch Nachziehen der Schrauben zwischen Teilkreisträger und

oberer Kappe des Unterteils ohne weiteres behoben werden.

Beim Dahlta mit Kartiertisch waren keine Schäden festzustellen.

Beim Box-Chronometer war der äußere Ring der kardanischen Aufhängung gebrochen (er bestand unverständlicherweise aus Kunststoff). Durch diesen Bruch hatte der Uhrenkörper die gläserne Abdeckplatte durchschlagen können; das eigentliche Uhrenglas war unversehrt. Der Gang der Uhr war, wie durch Prüfung festgestellt wurde, durch die Erschütterung nicht beeinträchtigt worden. Der Lauffehler blieb über viele Tage linear.

Das Taschen-Chronometer war während der ganzen Reise am Körper getragen worden und hielt seinen gleichmäßigen Gang. Auch die extrem hohen Temperaturen haben den Gang der Uhren nicht spürbar beeinflussen können.

Die Gleichmäßigkeit des Uhrenganges mußte immer nur über 12 Stunden gewährleistet sein, da die Möglichkeit bestand, mit einem Batterierundfunkgerät früh und abends Zeitzeichen zu empfangen.

Im großen und ganzen kann gesagt werden, daß die Instrumente unserer volkseigenen Industrie die außerordentliche hohe Transportbeanspruchung gut überstanden haben.

Unerklärlich blieb zuerst das Versagen sämtlicher zu den Instrumenten gehörenden Magnetnadeln, die kein freies Spiel mehr hatten. Die Ursache lag in der durch die andere geografische Breite geänderten magnetischen Inklination. Die Instrumente werden von den Herstellerwerken etwa auf 51° nördlicher Breite ausbalanciert. Durch Verschieben des Tariergewichtes am Südpol der Nadeln konnte der Einfluß des Breitenunterschiedes kompensiert werden, wodurch die Instrumente ohne Einschränkung brauchbar wurden.

### Hilfskräfte

Es war notwendig, für die astronomischen Ortsbestimmungen und für die topografischen Arbeiten Hilfskräfte am Instrument und Lattenträger kurzfristig einzuweisen. Für die Arbeit am Instrument wurden zwei Kollegen innerhalb eines Tages ausgebildet,



was durch die Übersichtlichkeit der Instrumente, besonders des Dahlta, erleichtert wurde. Die Einweisung der einheimischen Lattenträger war relativ einfach, nur hielten diese Kräfte meist nicht länger als eine Stunde in der Sonne aus, so daß immer zwei Mann dabei sein mußten, von denen sich einer im Schatten erholte. Schwierig war es, die bei Messungen notwendigen Zuerufe verständlich zu machen. Es dauerte ziemlich lange, bis hier eine einigermaßen brauchbare Verständigung zustande kam. Bei den notwendigen Holzungsarbeiten im Busch wurden normalerweise erst 3 falsche Bäume gefällt, bevor der die Sicht behindernde dem Beil zum Opfer fiel.

### *Praktische Arbeit (Topografie)*

Die praktische Arbeit im Gelände lief unter den oben geschilderten Voraussetzungen relativ langsam. Bei der Topografie ging der Verfasser mit Skizzenblatt und einem Lattenträger von Punkt zu Punkt, während die Kollegen am Instrument selbständig arbeiteten. Die Arbeitszeit betrug 5 Stunden und mußte gegen Mittag wegen der unerträglichen Hitze abgebrochen werden. Das Instrument stand unter einem Schirm; einzelne Beobachtungspunkte sind jedoch ohne jeden Schutz vor dem Sonnenlicht besetzt worden. Die direkte Einstrahlung der fast senkrecht stehenden Sonne auf das Dahlta-Instrument ( $\frac{1}{2}$  bis 1 Std.) hat die Funktion des Geräts in keiner Weise beeinträchtigt.

Eines der schwierigsten Kapitel bildeten die notwendigen Vermarkungen, denn es gab weder Steine, noch geradegewachsenes Holz von mehr als 2 cm Durchmesser. Es glückte jedoch fast immer, einen einigermaßen sicherstehenden Dornbusch oder Baum 5 cm über dem Erdboden abzusägen und den dicksten seiner Wurzelstränge durch Färbung zum Polygonpunkt zu erheben. Inwieweit diese Art Vermarkung von Dauer ist, kann nicht gesagt werden. Es ist anzunehmen, daß die schwüle Regenzeit diese Punkte entweder zum Verfaulen bringt, oder sie durch neue Triebe unkenntlich macht.

Die Winkelmessung erfolgte in der Weise, daß man Winkel und Ergänzungswinkel bestimmte und an Ort und Stelle ihren Schluß auf  $400^\circ$  prüfte. Im allgemeinen wurde bei einfacher Messung beider Winkel keine größere Differenz als  $1^\circ$  festgestellt. Die Streckenmessung erfolgte ausschließlich mit senkrecht stehender Dahlta-Latte im Hin- und Rückblick. Dabei waren bei Entfernungen von 100 bis 150 m Differenzen von 10 bis 50 cm zu beobachten. Ein geschlossenes Polygon von 1300 m Seitenlänge mit 12 Punkten schloß mit  $f_y = 2$  m,  $f_x = 2$  m und  $f_\beta = 9^\circ$ . Das erscheint für unsere europäischen Verhältnisse ziemlich hoch, war aber für die geforderte Genauigkeit völlig ausreichend und im Hinblick auf die Arbeitsbedingungen zufriedenstellend, besonders da keine groben Fehler zu korrigieren waren. An diesen Polygonzug schloß sich eine topografische Aufnahme an, die infolge des flachen Geländes, das von zahlreichen kleinen Hügeln und Löchern durchsetzt war, Schwierigkeiten machte, denn es fehlte jede Geländeleitlinie. Die Sicht war durch stellenweisen dichten Dornbusch stark behindert. Das bis zu 2 m hohe vertrocknete Elefantengras mußte vor Arbeitsbeginn abgebrannt werden.

### *Astronomische Ortbestimmung*

Der Nordstern, der beliebteste unter den Sternen bei den Geodäten, steht in den betreffenden Breiten nur als

mattschimmernder Lichtfleck dicht über dem Horizont. Außerdem ist diese Höhe des Himmels oft von den Qualmwolken der Steppenbrände, welche die Eingeborenen zur Rodung anlegen, verdunkelt. Als brauchbares Sternbild in ausreichender Höhe bot sich der „Große Bär“ an. Es war mit dem Th 40 möglich, sämtliche Deichselsterne kulminieren zu lassen, ohne die Sichtmöglichkeiten des Instrumentes zu überschreiten. Die Beobachtung erfolgte mit Steilsichtprismen. Die Sternbilder erschienen infolge des klaren Himmels im Fernrohr brillant, flimmerten aber stark. Die Beleuchtung des Instrumentes erfolgte infolge Ausfalls der Batterien mit einer kleinen Sturmlaterne, was die Arbeit etwas erschwerte. Zur Zeitbestimmung diente ausschließlich das Taschen-Chronometer, welches abends und morgens mit einem Funkzeitzeichen verglichen wurde.

Der mittlere Fehler von 3 Beobachtungen lag bei  $\pm 2$  km, was für die vorliegende Aufgabe völlig genügte. Es wurden 4 Sterne beobachtet, davon je 2 in Fernrohrlage I und 2 in Fernrohrlage II. Von der Möglichkeit einer Genauigkeitssteigerung durch Messung nach Sternen gleicher Höhe am südlichen Horizont ist abgesehen worden, da höhere Genauigkeiten als die erreichten nicht notwendig waren.

### *Rechnungs- und Kartierungsarbeiten*

Die Rechnungs- und Kartierungsarbeiten, zu denen die Nachmittage benutzt wurden, litten unter der großen Hitze. Jede Berührung der Haut mit dem Papier oder dem Tisch brachte sofort einen sichtbaren Schweißfleck auf den berührten Gegenstand. Das Funktionieren der Rechenmaschine war durch eingewehten Staub ziemlich beeinträchtigt. Die Zeichenarbeiten auf Klarzell mußten mit dreifacher Leinwand als Handunterlage ausgeführt werden, um den Zeichenträger nicht durch Schweiß völlig unbrauchbar zu machen. Eines Tages mußte auch eine Ameisenkolonie aus einer Zeichenrolle entfernt werden.

Die Zulegearbeiten mit Hilfe der durch den Kartiertisch im Gelände gewonnenen grafischen Unterlagen gestaltete sich äußerst einfach, da das zeitraubende Zulegen, d. h. das Verwandeln von Zahlwerten in grafische Größen, wegfiel. Das machte sich bei dem Fehlen von vermessungstechnischen Hilfskräften besonders angenehm bemerkbar. Der Zeiß'sche Kartiertisch erscheint für solche Aufgaben im fremden Gebiet hervorragend geeignet. Es war durchaus möglich, kreisrunde Folien des Kartiertisches nach Auswertung abzuradiieren und erneut 2 bis 3 mal zu benutzen. Auf diesen Zeichenträgern wurde im Gelände lediglich die Punkte gestochen und mit der zugehörigen Nummer versehen. Ein Höhenverzeichnis wurde gesondert geführt. An Hand der vom Verfasser im Gelände geführten Skizze wurden die gezeichneten Punkte bei der Auswertung auf der Folie in eine Bleistiftkarte verwandelt. Auf einem Klarzellsbogen waren die Tachymeterstandpunkte aufgetragen. Unter diesen wurde die jeweilige Folie des Kartiertisches gelegt und so die Karte von Punkt zu Punkt sofort in Bleistift als Ganzes gezeichnet. Die wünschenswerten Kontrollen ergaben sich von selbst bei der Überschneidung der einzelnen Folien. Es wurde im Maßstab 1:1000 zugelegt, so daß von jedem Standpunkt aus 125 m nach jeder Seite aufgenommen werden konnten.



# Geländemethoden zur Unterscheidung von Kalzit und Dolomit (Tüpfelreaktionen)

Von ERICH KNAUER, Berlin

Nach der üblichen Methode werden Kalzit und Kalkstein mit Hilfe von verdünnter Salzsäure (10% Vol.) identifiziert. Für den Geologen ist es oft schwierig oder gar unmöglich, an Bohrkernen und anderswo im Gelände Kalzit von anderen Karbonatmineralien zu unterscheiden.

Bei der Untersuchung im Laboratorium bestimmt man heute die Karbonate durch Anfärbemethoden und mikrochemische Reaktionen (5).

Die einzelnen Anfärbefahrten und ihre Reagenzien sind von HÜGI (2) zusammengestellt und an speziellen Beispielen ausprobiert worden. Eine gute Methode zur Anfärbung des Siderits (mit konzentrierter Kalilauge und Wasserstoffsuperoxyd) bei der Untersuchung von Eisenerzlagern schlug HALLIMOND (3) vor. Alle diese Verfahren lassen sich nicht unmittelbar im Gelände anwenden, da sie z. T. langwierig sind oder mit kochenden Lösungen gearbeitet werden muß. So findet z. B. die violette Färbung von Dolomit statt, wenn dieser 10 Sekunden mit kochendem alizarinsulfosaurem Natrium behandelt wird.

Bei Untersuchungen von mitteldevonischen Eisenerzen von Elbingerode i. Harz durch die Abteilung Mineralogie und Petrographie der Staatlichen Geologischen Kommission Berlin wurde gefunden, daß Kalzit, nachdem er bei Zimmertemperatur kurze Zeit mit dem genannten Reagenz benetzt wurde, eine deutliche rosarote Färbung zeigt.

Die Anwendung dieser Methode ist denkbar einfach und wird wie folgt ausgeführt: Von dem am besten in einer Tropfflasche aufbewahrten Reagenz gibt man auf eine trockene Karbonatprobe 1 bis 2 Tropfen. Nach 5 bis 8 Sekunden spült man mit Wasser ab. Bis die Probe restlos getrocknet ist, ist jegliches Berühren der Teststelle zu vermeiden. Wenn Kalzit vorliegt, zeigt dieser eine deutlich rosarote Farbe. Dolomit, Magnesit, Ankerit und Siderit bleiben ungefärbt. Für Untersuchungen im Dünnschliff kann man die gleiche Färbung benutzen. Vor dem Eindecken wird der Dünnschliff mit dem Reagenz bedeckt und nach einigen Sekunden abgespült. Die Färbung der Kalzitkörner ist einwandfrei zu beobachten<sup>1)</sup>.

Reagenz: 1 g alizarinsulfosaures Natrium wird in 100 cm<sup>3</sup> n/10 bis n/15 HCl aufgelöst (tiefgelbe Lösung).

Im folgenden wird nun eine weitere Methode angegeben, mit der es möglich ist, Dolomit exakt nachzuweisen und daneben auch in gewissen Grenzen quantitativ zu bestimmen.

Die übliche vom Geologen im Gelände benutzte HCl (10%) löst neben Kalzit auch Dolomit. Magnesit und Eisenspat sind erst in der Wärme löslich. Ein einfaches

Verfahren zur Dolomitbestimmung beschreibt V. I. MANN (4). Danach gibt man auf eine trockene möglichst mit frischem Bruch versehene Karbonatprobe einige Tropfen 10prozentige HCl. Nachdem der Lösungsvorgang beendet ist, wird dieselbe Stelle mit 1 bis 2 Tropfen p-Nitrobenzol-azo-resorcin versetzt. Falls Dolomit vorliegt, zeigt sich nach 20 bis 60 Sekunden eine himmelblaue Farbe im Lösungstropfen. Je nach dem Gehalt des Magnesiums schwankt die Zeit der Färbung und die Intensität der Farbe von kräftigem Himmelblau bis zu einem verwaschenen Violett. Zur besseren Erkennung der Farbe ist es zweckmäßig, die Teststelle nach dem Lösungsvorgang mit einem Filterpapier zu bedecken. Das Reagenz wird dann auf das weiße Filterpapier getropft, auf dem sich die Färbung sehr gut abhebt. Es ist zu empfehlen, die Stücke glattzuschleifen.

Die Dolomitprüfung kann auch so vorgenommen werden, daß man eine geringe Menge Gesteinspulver (FEIGL (1) gibt 0,5 mg an) im Reagenzglas löst und der Lösung dann einige Tropfen p-Nitrobenzol-azo-resorcin zusetzt. Bisher ist es nicht gelungen, auch Dünnschliffe in gleicher Weise zu färben.

Reagenz: 1. HCl 10%,

2. 2 mg p-Nitrobenzol-azo-resorcin werden in 100 cm<sup>3</sup> 2n Natronlauge gelöst (tiefblauviolette Lösung).

Die auftretenden Farben sowohl bei der Kalzit- als auch bei der Dolomitreaktion können mit den Farbskalen nach BAUMANN und OSTWALD gemessen werden. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

	BAUMANN	OSTWALD
CaCO <sub>3</sub>	262	ga 9
CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	467 (viel Dolomit) 439 (wenig Dolomit)	nc 15 (viel Dolomit) le 13 (wenig Dolomit)

Mit diesen beiden Methoden ist dem Feldgeologen ein Mittel in die Hand gegeben, besonders auf Erdölbohrungen in karbonatischen Gesteinen schnell und sicher wichtige Faziesgrenzen festzustellen.

Die Reagenzien sind für die Mitarbeiter der Staatl. Geologischen Kommission in der chemischen Abteilung der Staatl. Geologischen Kommission, Berlin N 4, Invalidenstr. 44, erhältlich.

## Literatur

1. FEIGL, F.: Qualitative analyses by spot tests (Translated by R. E. OESPER). Elsevier publishing Co. Inc., New York (1946).
2. HÜGI, TH.: Gesteinsbildende wichtige Karbonate und deren Nachweis mittels Färbemethoden. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. 25 (1945), 114—140.
3. HALLIMOND, A. F.: Special report on the Mineral Resources of Great Britain. Ores of England and Wales, Petrography and Chemistry. — Mem. Geol. Surv. XXIX (1925), 39.
4. MANN, V. I.: A spot test for dolomitic limestones. — Journ. of Sedimentary Petrology, 25, No. 1 (1955), 58—59.
5. SCHÜLLER, A.: Die Eigenschaften der Minerale, Teil II. — Akademie-Verlag, Berlin (1954).

<sup>1)</sup> MITCHEL, J. (1956 erhält mit demselben Reagenz die gleichen Ergebnisse, die mir aber erst nach der Drucklegung der Arbeit bekannt wurden. Colonial Geology and Mineral Resources V. 6, Nr. 2, p. 182.



# Geologie und Bildungswesen<sup>1)</sup>

VON KURT DETTE, Berlin

Mit der großartigen Entwicklung aller Spezialgebiete der Geologie und der ständigen Zunahme der Bedeutung aller geologischen Arbeiten für viele Zweige unseres öffentlichen Lebens hat die Verbreitung geologischer Kenntnisse nicht entsprechend Schritt gehalten. In der Bundesrepublik steht im Kreise vieler Geologen die Stellung der Geologie im Rahmen des gesamten Bildungswesens mit im Vordergrund der Betrachtungen. Noch Mitte der zwanziger Jahre ist die Geologie in den Oberklassen der höheren Schulen Schwabens Unterrichtsfach gewesen. Ein bis heute gültiger Reichserlaß von 1934 hat die Geologie als selbstständiges Fach aus dem Lehrplan aller Schulen entfernt. GEORG WAGNER hatte sofort gegen die Zurückdrängung der Geologie entschieden Stellung genommen und diesen Standpunkt auch später noch einmal in einem Aufsatz unterstrichen, den er gemeinsam mit v. BUBNOFF und CLOOS 1944 veröffentlicht hat. Gleiche Gedanken wurden damals von G. HAASE geäußert.

Der gesamte Fragenkomplex wurde für so wichtig gehalten, daß sich die Deutsche Geologische Gesellschaft auf ihrer Hauptversammlung 1956 in Hannover auf Anregung von Dr. CARLÉ mit dem Thema „Geologie und Bildungswesen“ befaßte. Die folgenden Ausführungen geben die wichtigsten Gedanken aus den Vorträgen und den oft recht ausführlichen Diskussionsbemerkungen wieder, wobei sich alle Angaben nur auf die Verhältnisse im Bundesgebiet beziehen. Diese haben im Vergleich auch Bedeutung für die Einschätzung der Geologie in der DDR, wie sie sich in der großzügigen Förderung ihres Studiums durch unsere Regierung und in ihrer Wertschätzung im allgemeinen Bildungswesen ausprägt. Gleichartige Auffassungen und gleichgerichtete Bestrebungen können auch hier mit zur allseitig angestrebten Wiedervereinigung unseres Vaterlandes beitragen.

In der wissenschaftlichen Sitzung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am Vormittage des 9. 10. 1956 wurden folgende Referate gehalten:

- O. MÜLLER, Recklinghausen: Geologie in der Volksschule und in der volkstümlichen Bildung.
- E. GIESBRECHT, Oldenburg: Geologie in der Oberschule.
- E. SOBOTH, Frankenberg/Eder: Geologie im Schulbuch.
- H. KÜPPER, Wien: Geologische Karte und geologischer Unterricht.
- W. CARLÉ, Stuttgart: Geologie in der Erwachsenenbildung.
- W. SIMON, Berlin: Geologie im studium generale der Hochschule.
- W. HARTUNG, Oldenburg: Geologie und Museum.

Für die Volksschule scheinen geologische Fragen auf den ersten Blick abseitig zu liegen. Jedoch enthalten die Lehrpläne der Schulen Wissensstoffe, die nach dem modernen Stand der Wissenschaft und der gewandelten Bedeutung der einzelnen Unterrichtsfächer häufig nicht mehr so recht zeitgemäß sind. In der Aufteilung des Lehrstoffes auf viele Unterrichtsfächer liegt eine Schwäche der heutigen Unterrichtspraxis. Die Behandlung geologischer Fragen kann jedoch im Heimatkunde-

unterricht geboten werden, soweit er als Ganzheitsunterricht angestrebt wird. Damit kann die Geologie auch die Verknüpfung zwischen naturwissenschaftlicher und historischer Denkungsart bilden und somit wesentlich zur Formung der Persönlichkeit beitragen. Entsprechend der Bedeutung der Geologie im modernen Weltbild hat auch der Volksschüler ein Anrecht darauf, die historische Entwicklung seiner Heimat kennenzulernen; denn viele Volksschüler haben ja in ihrem späteren Beruf mit den Dingen dieser Heimat zu tun. Eine Änderung des gegenwärtigen Zustandes läßt sich nur über die philosophische Ausrichtung der Lehrerpersönlichkeit erreichen. Dem Lehrer muß gezeigt werden, daß im Atomzeitalter auch die Geologie ihren Platz im modernen Weltbild haben muß.

In der Oberschule — der Vortragende beschränkte seine Ausführungen nur auf die Verhältnisse an den Gymnasien in Niedersachsen — ist der Lehrstoff und sind damit die Bildungswerte der Geologie aufgespalten. Mineralogie und Petrographie werden im Chemieunterricht randlich mit behandelt. Die Biologie geht auf Fragen der Paläontologie ein, und Stratigraphie und allgemeine Geologie sind dem Geographieunterricht vorbehalten. Hier kommen sie zwangsläufig zu kurz, sobald der Lehrer die historische Geographie vertritt, und das soll jetzt leider überwiegend der Fall sein. Da nun außerdem die neue Ordnung der Prüfung für das Lehramt an höheren Schulen der Geologie nur geringe Beachtung schenkt, verliert der Geologieunterricht infolge der andersgerichteten Ausbildung der Lehrkräfte an den höheren Schulen Niedersachsens immer mehr an Bedeutung.

Eine Reihe von Schulbüchern behandelt zumeist in nur wenigen Zeilen oder lediglich in kurzen Abschnitten geologische Fragen. Diese Tatsache darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß noch viele Lehrer nichts oder nur sehr wenig mit dem Dargebotenen anzufangen wissen und den Lehrstoff nicht zu glutvollem Leben zu erwecken vermögen.

Zur Einführung in die Beschäftigung mit der Geologie sind geologische Karten ein geeignetes und unentbehrliches Hilfsmittel. Vorzüglich haben sich geologische Stadtkarten und Umgebungskarten bewährt; denn von den größeren Siedlungszentren aus können die Karten für die Heranbildung zukünftiger Geologen von Bedeutung sein.

Die Erwachsenenbildung steht bei Durchführung ihrer Aufgaben vor besonderen Schwierigkeiten, soll doch Menschen nach einem Tage Berufsarbeit noch Wissen vermittelt werden. Dabei möchte in Überschau das Wissen unserer und das vergangener Zeit geboten und Ausschau auf die künftige Entwicklung gehalten werden. Eine Zusammenstellung der Zahl der Veranstaltungen am Beispiel einer Groß-, Mittel- und Kleinstadt läßt erkennen, welche unbedeutende Rolle der Geologie im allgemeinen noch zukommt, und wie wenig Beachtung ihr in der Erwachsenenbildung gewidmet wird. Sie zeigt aber auch am Beispiel Korntal, wie ein begeisterter Lehrer das Interesse der Erwachsenen auf die Geologie hinlenken kann.

<sup>1)</sup> Fortsetzung der in Heft 11/12, S. 529 begonnenen Diskussion zur Geologenausbildung.



Ort	Ein- wohner- zahl	Veranstaltungen			
		ges.	davon		davon
			nat.	wiss.	geologische
			in Zahl	in %	in Zahl in %
Stuttgart	600 000	1260	72	5,7	2 0,16
Eßlingen	72 000	578	85	14,7	13 2,3
Korntal	8 000	182	22	12,2	8 4,4

In Korntal ist Dr. CARLÉ Leiter der Erwachsenenbildung. Bei seinen Vorträgen verzichtet er, wie er mitteilte, bewußt auf Systematik. In Einzelbildern wird über Bodenschätze, Erosion, Bodenerosion u. a. gesprochen. So werden lange Zeiträume mit großräumigem Geschehen plastisch erfüllt.

In Oldenburg konnten nach gründlicher Vorbereitung als Abschluß eines Geologiezyklus 270 Menschen in 9 Flügen über das oldenburgische Land geflogen werden. Die Teilnehmer haben ihre Heimat im Luftbild erlebt und den eiszeitlichen Formenschatz sowie das Wirken geologischer Kräfte an der Nordseeküste einprägsam kennengelernt.

Die Hochschulen lehren Geologie nicht nur im Fachstudium, sondern sie machen die jungen Menschen auch im Rahmen des nach 1945 eingerichteten studium generale mit geologischer Fragestellung und geologischem Denken bekannt. Die Teilnahme hieran erfolgt vorläufig noch pflichtmäßig, doch wurde mehrfach geäußert, daß der früher notwendige Zwang jetzt wegfallen könnte. Prof. SIMON hat in Clausthal eine geologische Vorlesung im studium generale als freiwillig angekündigt. Seine Hörerzahl war nicht merklich abgesunken gegenüber der Zahl, als zuvor Geologie noch Pflichtvorlesung war. An der Technischen Universität Charlottenburg lesen jetzt der Biologe und der Paläontologe über einen verwandten Themenkreis, und anschließend wird ein entwicklungsgeschichtliches Seminar abgehalten werden.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle vermag die gut eingerichtete geologische Abteilung eines Museums für die Verbreitung geologischen Wissens zu spielen. In unseren Landschaften, in denen Bohrtürme weithin bekannt sind, in denen viele Werkstätige mit dem Bergbau in Berührung kommen, und wo in vielen Ortschaften der Glückauf-Gruß gebräuchlich ist, wird die Geologie auch im Museum gesucht. So vermögen geologische Schaustücke, Bilder und Profile das Werden der engeren Heimatlandschaft im Ablauf des erdgeschichtlichen Geschehens zu zeigen und das Weltbild des Menschen nach Raum und Zeit auszuweiten.

Die Zusammenfassung aller Einzeltatsachen zeigt, daß die Berücksichtigung der Geologie im Bildungswesen und die Verbreitung geologischer Kenntnisse nicht mit der steigenden allgemeinen Bedeutung der Geologie Schritt halten konnte, wie sie in der vielfältigen Anwendung geologischer Arbeitsmethoden in Wirtschaft und Technik und in der Bewertung der Geologie für das moderne Weltbild zum Ausdruck kommt. Das gegenwärtige Bildungswesen ist sich teilweise der großen erzieherischen Werte noch nicht bewußt, die sich aus der Beschäftigung mit geologischen Fragen ergeben. Weit über das rein Fachliche hinaus ist die Geologie wie kaum eine andere Wissenschaft berufen, den Menschen aus der Enge der Alltagsprobleme herauszuheben und ihn mit der Natur zu verbinden und beizutragen zur Lösung der Frage, die uns als Glieder der gesamten Menschheit alle angeht und immer wieder bewegt:

Woher kommen wir, wo stehen wir in der Natur, und wohin wird die Entwicklung gehen?

An die klare Erkenntnis des jetzigen wenig befriedigenden, ja in einigen Punkten Besorgnis erregenden Zustandes schließt sich die Frage nach seiner Änderung. Von Erlassen und Verordnungen ist keine Besserung zu erwarten. Wohl wurde empfohlen, die entscheidenden Stellen in den Regierungen der Bundesländer auf die schweren Folgen aufmerksam zu machen, die sich aus der allgemeinen Unterbewertung der Geologie im Bildungswesen zwangsläufig in naher Zukunft ergeben müssen. Entscheidend aber für jeden Wandel auf diesem Gebiet ist die Persönlichkeit. Die Hochschullehrer wurden aufgefordert, sich noch stärker für Vorlesungen im studium generale bereitzufinden und in allen ihren Vorlesungen anknüpfend an die große Periode in der deutschen Geschichte der Geologie mit der Kraft ihrer Persönlichkeit für geologische Fragen zu begeistern. In der Ausbildung der Lehrer für unsere allgemeinbildenden Schulen muß geologisches Wissen mehr als bisher gepflegt werden. Darüber hinaus wurde betont, daß auch die Landesgeologen in ihren Gebieten durch Führungen und Exkursionen zur Hebung des Wissensstandes beitragen möchten. Nur auf diesem Wege über die begeisterte Lehrerpersönlichkeit wird es möglich sein, der Geologie die Stellung im Bildungswesen zu gewinnen, die ihr auf Grund ihres Anteils im modernen Weltbild zukommt und auf die unsere heutige Generation unbedingt Anspruch hat.

In diesem Zusammenhang interessiert nun gleichfalls die Stellung der Geologie im Bildungswesen der DDR. Die Angaben hierüber können nicht vollständig sein, sie sollen nur eine Übersicht vermitteln. In keiner der allgemeinbildenden Schulen der DDR ist die Geologie besonderes Unterrichtsfach. Dafür aber findet sie als Unterrichtsprinzip im Heimat- und Erdkundeunterricht weitgehend Beachtung. Nicht früh genug können erste Bekanntschaft und Einsicht in das Werden des heimatlichen Lebensraumes vermittelt und erwandert werden; erwachsen doch hieraus die Liebe zur Natur und die Verbindung zur Heimat.

Auch unsere Oberschüler haben, wie es im Bundesgebiet gehandhabt wird, den Lehrstoff für Geologie aufgeteilt auf verschiedene Unterrichtsfächer. So werden in der 9. Klasse der Oberschulen im Erdkundeunterricht geologische Fragen wie Erdbeben, Gebirgsbildung, Vulkanismus mit behandelt. Der Biologieunterricht geht kurz auf Bodenbildung und Verwitterung ein. In der 10. Klasse, der Abschlußklasse der Oberschulen, wird der geologische Themenkreis in den beiden Unterrichtsfächern erweitert. Der Erdkundeunterricht gibt einen Überblick über die Erdgeschichte, die Entwicklung des mitteleuropäischen Raums unter gewisser Berücksichtigung von Lagerstättenentstehung und -verbreitung, wogegen der Biologieunterricht die Entwicklung der heutigen Lebensformen aufzeigt. Eine Einführung in die Mineralogie gibt der Chemieunterricht. Dieser im Unterricht vermittelte Wissensstoff wird praktisch vertieft und erweitert. In Arbeitsgruppen, deren eine heißt „Der junge Geologe“, arbeiten die Schüler praktisch weiter.

Die Erwachsenenbildung gibt auch in der DDR reichlich Gelegenheit, sich mit geologischen Problemen, ihrer Lösung und den theoretischen und praktischen Ergebnissen der wissenschaftlichen Arbeit vertraut zu machen.



Die Volkshochschule berücksichtigt in ihrem Unterrichtsplan ebenfalls geologische Themen, die an Zahl allerdings anderen Themenkreisen gegenüber sehr stark zurücktreten. Ihre Aufnahme in die Lehrpläne, ihre Durchführung einschließlich der Exkursionen ist auch hier wesentlich vom Vorhandensein geeigneter Lehrerpersönlichkeiten abhängig.

Der Kulturbund zur demokratischen Erneuerung Deutschlands hat sich in größerem Rahmen auch der Verbreitung geologischer Kenntnisse angenommen. Seine 14 Kommissionen für Natur- und Heimatfreunde enthalten jeweils eine Sektion für Geologie und Mineralogie. Die erste zentrale Tagung für Geologie und Mineralogie fand im Oktober 1956 in Eisenach statt. Erfahrene Fachleute, unter ihnen auch zwei aus Westdeutschland, berichteten aus ihren Arbeitsgebieten. Exkursionen zeigten unter sachkundiger Führung das Ruhlaer Kristallin und die jungpaläozoischen Sedimente im nordwestlichen Thüringer Wald. Die Arbeit der Sektionen wird durch gelegentlich auch öffentliche Vorträge freier Mitarbeiter unterstützt. Exkursionen geben auch hier Möglichkeit, das in Wort und Bild Aufgenommene am Aufschluß kennenzulernen. So hatten die drei von Berlin aus im Jahre 1956 durchgeführten Exkursionen als Ziel die Befahrung eines Salzbergwerkes, den Besuch des Gipsbruches Sperenberg und das Kennenlernen von Tertiär und Pleistozän der Lausitz. Die Teilnehmerzahl lag bei diesen Exkursionen ungefähr bei 40 Personen.

Gegenwärtig wird in der DDR auf Anregung des Kulturbundes und mit Anregung und Unterstützung der Staatlichen Geologischen Kommission die Geschiebe- und Geröllforschung wieder aufgenommen. Unter dem Gesichtspunkt der Erhaltung von Naturdenkmälern werden jetzt Aufschlüsse, unter ihnen besonders vorübergehende, in Bildern, Profilen und Belegstücken festgehalten und der weiteren Bearbeitung zugänglich gemacht. Die Arbeit stützt sich hier auf einige erfahrene und begeisterte Geologen, die einen Kreis geologisch und mineralogisch interessierter Leute um sich gesammelt haben, deren Interesse durch Wanderungen und Museumsbesuche wachgehalten und gelenkt wird.

In einzelnen Orten sind die geologischen Abteilungen der Heimatmuseen die Stellen, an denen geologisch interessierte Mitarbeiter Anregungen für Beobachtungen im Heimatraum erhalten. So finden am Museum für Mineralogie und Geologie in Dresden allmonatlich Zusammenkünfte statt, zu denen stets 25 bis 30 Personen erscheinen. Nicht unerwähnt bleiben soll in diesem Zusammenhang, daß sich zu den Kolloquien unserer geologischen Institute auch Personen mit einfinden, die hier Anregungen für geologische Arbeiten und für Vertiefung und Erweiterung ihres Wissensstandes finden wollen.

Einen nicht zu unterschätzenden Anteil an der Verbreitung geologischen Wissens besitzt das geologische Schrifttum. In Büchern und Aufsätzen allgemeineren Inhaltes sind teils einzelne Landschaften beschrieben, teils zusammenfassende oder spezielle Probleme abgehandelt. Beachtenswert sind die auf Bezirksebene herausgegebenen naturkundlichen Heimatführer, von denen diejenigen für die Bezirke Cottbus und Potsdam vorliegen. Außerdem hat das Staatliche Rundfunkkomitee eine Sektion zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse eingerichtet. Die von hier aus redigierten

Sendungen machen besonders unsere jugendlichen Menschen u. a. auch mit den geologischen Voraussetzungen wichtiger Tagesaufgaben wie Talsperrenbau, Grundwassergewinnung und großräumiger Wasserversorgung bekannt.

Abschließend läßt sich feststellen, daß unser Staat und unsere sozialistische Gesellschaftsordnung zahlreiche Wege gefunden haben, um weite Bevölkerungskreise mit geologischen Fragen vertraut zu machen. Das besondere Augenmerk gilt dabei auch hier unserer Jugend. In ihr sollen Aufgeschlossenheit und Verstehen für die „Geschichte der Erde und des Lebens“ geweckt werden. In jedem Falle hängt aber auch hier der Erfolg vom Einsatz begeisterter Lehrerpersönlichkeiten ab. Die Lehreraus- und -fortbildung sollte auch diese Seite erkennen und die in der Praxis an die Lehrer herantretenden Notwendigkeiten berücksichtigen. Die teilweise nebeneinander herlaufenden Bestrebungen zur Verbreitung geologischen Wissens müßten zusammengefaßt werden. Eine zentrale Stelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht kann in geologischen Fragen Anregungen und praktische Unterstützung bei der Staatlichen Geologischen Kommission und ihren verschiedenen Dienststellen finden. Der Austausch von Ergebnissen und Erfahrungen mit westdeutschen Kollegen muß auch auf diesem Gebiete folgen. Das in beiden Teilen unseres Vaterlandes gleichgerichtete Streben, möglichst weite Kreise unseres Volkes für geologische Fragen zu interessieren und sie geologische Erkenntnisse erleben zu lassen, wird sich als bindende Kraft auswirken und kann einen Beitrag zur Wiedervereinigung unseres Vaterlandes bilden.

## Literatur

- S. v. BUBNOFF, H. CLOOS & E. WAGNER: Warum Geologie? — Beiträge zur Geologie von Thüringen VII, Jena 1944, S. 191 bis 203.  
E. HAASE: Warum gehört die Geologie in die Schule? — Ebenda, S. 204—212.

## Umstellung in der Energiewirtschaft Pakistans

Im vergangenen Jahr fand in Karachi eine große Feierlichkeit statt, als die Dalmia-Zementfabrik von der bisherigen Ölheizung auf Erdgas aus Sui umgestellt wurde. Durch diese Feier brachte man zum Ausdruck, daß die einheimischen Erdgasvorkommen zum Nutzen der nationalen Wirtschaft und zur Hebung des Lebensstandards seiner Bevölkerung anstelle importierter Brennstoffe ausgewertet werden sollen. Die Hauptleitung läuft in einer Länge von ungefähr 565 km von Sui zur pakistanischen Hauptstadt, während eine projektierte Nebenleitung Industrieunternehmen in und um Lahore, das rund 645 km entfernt liegt, mit Gas versorgen soll. Nach Fertigstellung dieser Nebenleitung würde ein Leitungsnetz von ungefähr 1200 km Länge täglich 5,6 Millionen m<sup>3</sup> Erdgas befördern. Es ist auch daran gedacht, die geplanten Eisen- und Stahlwerke bei Kot Adu an dieses Leitungsnetz anzuschließen, wobei allein für diese mit einem täglichen Bedarf von 750 000 m<sup>3</sup> Erdgas gerechnet wird.

Die Leitung von Sui nach Karachi, mit deren Bau am 2. November 1954 begonnen und die bereits am 18. April 1955 fertiggestellt wurde, erforderte nur eine Bauzeit von 168 Tagen. Die Rohrleitung wurde also täglich um 3,2 km verlegt, obwohl sie über Sümpfe, Wüsten, felsige Gebiete und Ackerland führte. Die Erwartungen, die die pakistanische Regierung an die Umstellung zahlreicher Betriebe auf Erdgas als Energieträger setzte, sollen sich voll erfüllt haben, so daß in Zukunft die Einfuhr an Kohle und Öl erheblich eingeschränkt werden kann.



# Bemerkungen zum neuen Studienplan für die Fachrichtung Geologie an den Universitäten<sup>1)</sup>

Von HERBERT REH, Jena

Nachdem Herr Professor Dr. WATZNAUER in der „Bergakademie“ (8. Jg., Nr. 6, Juni 1956, S. 277/278) die Stellung des Diplom-Geologen im Bergbau und in der Bergwirtschaft behandelt hat, erscheint es angebracht, auch auf die übrigen Aufgabengebiete für Geologen gebührend hinzuweisen. Diese Übersicht ist nötig, wenn man zu der Frage Stellung nehmen will, welche Grundausbildung für Diplom-Geologen erforderlich ist und welche speziellen Kenntnisse dem Studierenden auf der Hochschule vermittelt werden sollen.

Prof. WATZNAUER stellt in seinen Ausführungen den Typ des *Montangeologen* oder *Lagerstättengeologen* und *Prospektors* heraus. Er kommt zu dem Schluß, daß dieser Geologentyp am zweckmäßigsten an der Bergakademie Freiberg geschult wird, wo hinsichtlich der bergwissenschaftlichen Nebenfächer die besten Ausbildungsmöglichkeiten bestehen sollen.

Die folgenden Ausführungen sollen demgegenüber zeigen, daß der neue Studienplan für die Universitäten ebenfalls genügend Möglichkeiten bietet, auch an den Universitäten den Lagerstättengeologen den nötigen Überblick in den bergwissenschaftlichen Nebenfächern zu vermitteln.

Wenn Prof. WATZNAUER feststellt, daß in den Bergbaubetrieben der Geologe in zunehmendem Maße neben den mehr technisch ausgerichteten Bergingenieur tritt, so ist das einesteils mit den immer schwieriger werdenden Verhältnissen für die Aufsuchung neuer Rohstofflagerstätten zu erklären, andernteils mit der zunehmenden Mechanisierung der Gewinnung und Aufbereitung. War früher der geologisch gut geschulte Bergmann in der Lage, die Aufsuchung und die Erkundung der Lagerstätten in angemessenem Verhältnis zur Ausbeutung zu betreiben, so verlangt heute die intensivere Forschung nach neuen Rohstoffvorkommen und die stärkere Mechanisierung der Gewinnungsarbeiten die Trennung der Aufgaben zwischen dem Geologen und dem Bergingenieur.

Die *Lagerstättenerkundung* ist ein sehr wichtiges Aufgabengebiet des praktischen Geologen und auch des Mineralogen. Die Erforschung bereits bekannter Lagerstätten, wie sie die Lagerstättenkundler betreiben, dient letzten Endes der Forschung nach neuen Lagerstätten mit den Teilabschnitten Vorerkundung, Aufsuchung, geologische Erkundung und Bewertung. Aus der Untersuchung der Lagerstätten der nutzbaren Rohstoffe hinsichtlich Form, Inhalt und Beziehung zu den Nebengesteinen, zum geologischen Aufbau, zur Tektonik und zum Magmatismus der näheren Umgebung ergeben sich in Verbindung mit mineralsynthetischen Versuchen, sedimentpetrographischen Beobachtungen und geochemischen sowie geophysikalischen Untersuchungen wichtige Erkenntnisse über die Genese der betreffenden Lagerstätten. Neben klaren Vorstellungen über die Lagerstättenbildung sind für das systematische Aufsuchen neuer Rohstoffvorkommen noch gute Kennt-

nisse über die Verteilung der Lagerstätten in Abhängigkeit von geologischen Strukturen, stratigraphischen und faziellen Entwicklungen, tektonischen Erscheinungen und dem geotektonischen und geomagnetischen Ablauf unerlässlich. Je vollständiger diese Beziehungen erforscht sind, um so eher werden sich Voraussagen für das mögliche Auftreten von Lagerstätten in der Tiefe oder unter jüngerer Bedeckung machen lassen.

Es ergibt sich, daß die *Forschung nach neuen Lagerstätten* heute nicht mehr Aufgabengebiet eines einzigen Fachmannes ist, sondern von verschiedenen Fachleuten gemeinsam betrieben werden muß. So sind an der Vorerkundung außer dem kartierenden Geologen noch der Vermessungsingenieur, der Geochemiker, der Geophysiker und schließlich als Auswertender der Lagerstättenfachmann beteiligt. Bei der Aufsuchung und Erkundung der Lagerstätten müssen außer dem Lagerstättengeologen noch der Bergmann und Bohringenieur mitwirken. Für die Bewertung ist noch die Mitarbeit des analytischen Chemikers, des Mineralogen (vor allem des Petrographen und Erzmikroskopikers sowie des Spektroskopikers), des Markscheiders, des Aufbereiters, des Hüttenmanns und Verarbeitungsfachmanns sowie des Bergwirtschaftlers erforderlich. Da die Federführung für die Bewertung in den Händen des Lagerstättenfachmanns liegt, muß er über eine gewisse übersichtliche Kenntnis der Nachbargebiete verfügen, wenn er auch nicht in der Lage ist, diese Arbeiten selbst mit der erforderlichen Genauigkeit durchzuführen. Immerhin muß er wissen, welche Leistungen er von seinen Mitarbeitern erwarten kann.

Das bedeutet für den *Lagerstättenfachmann* außer grundlegenden Kenntnissen in *Geologie* (allgemeine Geologie, historische Geologie, Tektonik, regionale Geologie, Geologie der Lagerstätten nutzbarer Rohstoffe) und *Mineralogie* (sicheres Erkennen der Mineralien, Geochemie und allgemeine Lagerstättenkunde, gute Kenntnisse in Petrographie und Erzmikroskopie sowie anderen Methoden der mineralogischen Forschung) einen Überblick über die *Methodik der Erkundung* durch Bohrungen und bergmännische Arbeiten, ferner einen Einblick in die Teile der Fachgebiete Geophysik, Aufbereitung, Markscheidewesen, Hüttenwesen und Rohstoffverarbeitung sowie Bergwirtschaft, mit denen er in Berührung kommt. Da zu diesem umfangreichen fachlichen Programm noch die allgemeinen naturwissenschaftlichen Fächer Botanik, Zoologie, Chemie und Physik, ferner Gesellschaftswissenschaften und Sport treten, bedarf es sehr genauer Überlegung, den Studienplan so einzurichten, daß dem Studierenden auch Zeit verbleibt, den in den Vorlesungen gebotenen Stoff zu verarbeiten. Bei aller Betonung der Wichtigkeit der Nebenfächer darf man nicht vergessen, daß für einen Geologen, Lagerstättenfachmann und Mineralogen die *geologischen* und *mineralogischen* Fächer im Vordergrund stehen.

Die Vorlesungen, die dem Geologen einen Überblick über die Fachgebiete Geophysik, Bergbaukunde, Bohrwesen, Bemusterung und Bewertung von Lagerstätten, Aufbereitung, Markscheidewesen, Hüttenkunde und

<sup>1)</sup> siehe Fußnote S. 36



Bergwirtschaft vermitteln sollen, können zum Teil sinn gemäß zu Gruppen zusammengefaßt werden. Keinesfalls sollen die Lagerstättenfachleute an den großen Vorlesungen der Fächer Geophysik, Bergbaukunde, Bohrkunde, Aufbereitung, Markscheidewesen, Hüttenkunde und Bergwirtschaft teilnehmen, wie sie den Geophysikern, Bergingenieuren, Aufbereitern, Markscheidern und Hüttenleuten geboten werden, sondern es muß im Rahmen der verfügbaren Zeit in den einzelnen Fachgebieten eine Übersicht gegeben werden, die der praktische Geologe für ein erfolgreiches Arbeiten unbedingt benötigt.

Es ist deshalb sehr zu begrüßen, daß der vom wissenschaftlichen Beirat beim Staatssekretariat für Hochschulwesen entworfene *Studienplan für die Fachrichtung Geologie*, der am 1. September 1956 bestätigt wurde, als obligatorische Vorlesungen für Geologen sowohl Angewandte Geophysik als auch Methodik der Erkundung, Bemusterung und Bewertung der Lagerstätten und schließlich Bergbau und Bohrwesen vorsieht. Im Rahmen dieser Vorlesungen läßt sich das sagen, was die in der Lagerstätten erkundung tätigen Geologen und Mineralogen über Geophysik, Bohrwesen, Bergbau, Aufbereitung, Vermessungs- und Markscheidewesen sowie Bergwirtschaft wissen müssen. Als Anhang könnte noch ein kurzer Überblick über die Verhüttungs- und Verarbeitungsverfahren der wichtigsten Rohstoffe gegeben werden. Hinweise für die Nutzung der Rohstoffe lassen sich in den Vorlesungen Geologie der Erzlagerstätten und Geologie der Nichterzlagerstätten ebenso bringen wie montanwirtschaftliche Angaben. Allerdings erscheinen 2 Wochenstunden für eine auch nur einigermaßen ausreichende Behandlung der Erzlagerstätten zu gering.

Ebenso sollte die spezielle Mineralogie (1 Wochenstunde Vorlesung und mindestens 3 Wochenstunden Übungen) gegenüber der allgemeinen Mineralogie (4 Wochenstunden Vorlesung und 4 Wochenstunden Übungen) stärker betont werden. Das *Erkennen der Mineralien* ist für den praktischen Mineralogen und Geologen eine der wichtigsten Grundlagen. Es ist unmöglich, daß sich der Studierende der Geologie in mindestens 3 Wochenstunden Übungen soviel Kenntnisse erwirbt, daß er mit Sicherheit die nutzbaren Rohstoffe und gesteinsbildenden Mineralien ansprechen kann. Da die Mineralogie mehr oder weniger als Grundlage für alle geologischen Fächer dient, wäre zu überlegen, ob man sie nicht ein Semester früher beginnen lassen sollte. Dann ergäbe sich auch die Möglichkeit, das praktische Können der Studierenden in den darauf folgenden Semestern weiter zu vertiefen. Es könnte sonst vorkommen, daß die Absolventen der Fachschule für Geologie den Diplom-Mineralogen und Diplom-Geologen im Erkennen der Mineralien überlegen sind.

Vor der Ausarbeitung des neuen Studienplans hatte der Verfasser Gelegenheit, als Lehrbeauftragter an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena in einer Vorlesung, die *Bergbau-, Bohr- und Aufbereitungskunde* benannt war, den Studierenden der Geologie und Mineralogie eine Übersicht über verschiedene Fachgebiete zu vermitteln, mit denen sie sich bei einem späteren Einsatz als Erkundungsgeologen der Staatlichen Geologischen Kommission oder der Bergbaubetriebe zwangsläufig befassen müssen. Entsprechend der Methodik der Erkundung, der anschließenden Gewinnung, Aufbereitung und Verarbeitung sowie einzelner Sonder-

gebiete war der Stoff für diese Vorlesung folgendermaßen gegliedert:

1. Aufsuchen von Lagerstätten
  - a) Vorerkundung
    - 1) Geologische Vorarbeiten
    - 2) Geochemische Untersuchung
    - 3) Geophysikalische Untersuchung
  - b) Eigentliche Aufsuchungsarbeiten
    - 1) Bergmännische Schürfarbeiten
    - 2) Schürfb Bohrungen
2. Tiefbohrkunde
3. Bergmännische Erkundung
4. Bemusterung und Probenahme
5. Bewertung von Lagerstätten und Berechnung von Vorräten
6. Gewinnungsarbeiten und Abbau
7. Aufbereitung
8. Brikettierung und Agglomeration
9. Kokeri, Schwelerei, Hydrierung
10. Verarbeitung der Kalisalze
11. Vermessungs- und Markscheidewesen
12. Grubenausbau und Grubensicherheit
13. Förderung und Fahrung
14. Wasserhaltung
15. Wetterlehre, Beleuchtung, Rettungswesen.

Bei dem genannten Umfang erwiesen sich 2 Wochenstunden als zu gering für eine einigermaßen genügende Übersicht. Mindestens 4 Wochenstunden, verteilt auf 2 Semester, würden erforderlich sein, um den Stoff in der erforderlichen Klarheit vorzutragen.

Wenn der neue Studienplan für Jena für die beiden Vorlesungen

- a) Methodik der Erkundung und Bemusterung und Bewertung von Lagerstätten sowie
- b) Bergbau- und Bohrwesen

2 und 3 Wochenstunden, insgesamt also 5 Wochenstunden vorsieht, ergibt sich die Möglichkeit, einige Kapitel, die für die geologische Erkundung und für die Bewertung der Lagerstätten besonders wichtig sind, in der notwendigen Breite zu behandeln. Außerdem kann im Rahmen der Vorlesung Bergbau und Bohrwesen auch ein Überblick über diejenigen Fachgebiete der Montanindustrie gegeben werden, mit denen der Geologe bei seiner späteren Tätigkeit in Berührung kommt. Vor allem müssen dem Lagerstättenfachmann noch die Grundlagen der Aufbereitung, des Vermessungs- und Markscheidewesens, der Verhüttung und Verarbeitung der wichtigsten Rohstoffe geboten werden.

Bietet der *neue Studienplan* für den Lagerstättengeologen eine hinreichende Ausbildungsmöglichkeit, so bringt er auch für den Studenten, der später auf dem Gebiet der angewandten Geologie arbeiten will, in den Vorlesungen Hydrogeologie, Ingenieurgeologie, Bodengeologie, Geotektonik und Geologie von Mitteleuropa das nötige Fachwissen. Die nach diesem Studienplan ausgebildeten *Diplom-Geologen* sind demnach ohne weiteres sowohl als *Erkundungsgeologen* einsatzfähig als auch in der *Ingenieurgeologie* und *Hydrogeologie* verwendbar. Da die praktische Kartierung ausgiebig betrieben wird, verlassen die jungen Diplom-Geologen die Universität mit guten Kenntnissen in der Kartierung und können sich bei persönlicher Eignung in kurzer Zeit in die *geologische Kartenaufnahme* einarbeiten.



Offenbar waren die Mitglieder des wissenschaftlichen Beirats, die den Studienplan für die Fachrichtung Geologie entworfen haben, bestrebt, für alle Geologen eine *einheitliche Ausbildung* zu gewährleisten. Demgegenüber sollte man jedoch überlegen, ob man nicht für die *Paläontologen* vom 4. Studienjahr einen getrennten Studiengang vorsehen sollte. Man könnte sie von den Vorlesungen in Geophysik und den Erkundungsfächern befreien und den Besuch der Vorlesungen: Ausgewählte Kapitel aus der Paläontologie, Pollenanalyse, Quartärgeologie, Sedimentpetrographie, Paläoklimatologie und Paläogeographie obligatorisch machen. Es ist zu bedenken, daß nur sehr wenige Paläontologen benötigt werden. Besonders geeigneten Geologen sollte man jedoch diese Spezialausbildung gewähren. Nach dem 3. Studienjahr wird es dem die Paläontologie vertretenden Fachprofessor möglich sein, zu entscheiden, welcher seiner Studenten besondere Neigung und Eignung für die Paläontologie hat.

Zum Schluß ist noch zu bemerken, daß die Vorlesungen in *Gesellschaftswissenschaften* mit dem 3. Studienjahr abgeschlossen sind und auch in einer Zwischenprüfung leistungsmäßig kontrolliert werden. Die nochmalige Kontrolle der Leistung in den Gesellschaftswissenschaften bei der Prüfung für das Staatsexamen erscheint als unnötige Belastung für den Prüfling und wird notwendigerweise dazu führen, die Leistungen in den Fachprüfungen zu beeinträchtigen. Zur Entscheidung, ob der Student der Geologie sein Studienziel erreicht, genügen zweifellos

die 4 Fachprüfungen, die Diplomarbeit und die Ergebnisse der Zwischenprüfungen.

Zusammenfassend kann man feststellen, daß der neue Studienplan für die Fachrichtung Geologie an den Universitäten eine *gründliche Ausbildung* der künftigen Diplom-Geologen *gewährleistet*. Nach kurzer Einarbeitung ist in allen Fachgebieten der Geologie eine befriedigende sachgemäße Mitarbeit der jungen Hochschulabsolventen zu erwarten. Naturgemäß wird die Schnelligkeit der Einarbeitung sowie die Sammlung und Auswertung von Erfahrungen von der Initiative und dem fachlichen Können des einzelnen abhängen. Durch besondere Leistungen wird es dem jungen Geologen bald möglich sein, seinen Einsatz in demjenigen Teilgebiet der Geologie zu erreichen, in dem ihm die Arbeit besondere Freude macht und in dem er deshalb besonders gute Arbeit leisten kann. Wenn ihm die Ausbildung auf der Hochschule das Rüstzeug zu späterem erfolgreichen Wirken geben konnte, hat der neue Studienplan seinen Zweck bestens erfüllt. Es ist eine hohe Aufgabe für die Hochschullehrer, nun den Plan in die Tat umzusetzen und in grundlegenden Vorlesungen den neuesten Stand der ununterbrochen fortschreitenden Wissenschaften, vor allem der Geologie und ihrer Grenzgebiete, vorzutragen. Dann werden unserer Volkswirtschaft auch geologische Fachkräfte zur Verfügung gestellt werden, die ihren künftigen Aufgaben voll gerecht werden können und einen Vergleich mit den Geologen anderer Länder nicht zu scheuen brauchen.

## Bestimmung der Vorräte von Lagerstätten nach den Unterlagen der geophysikalischen Aufnahme

Referat der Arbeit von D. S. MIKOW, Abhandlungen der Universität Tomsk, 1953, 124, S. 287–289

Die Methoden zur Deutung von Schwere- und magnetischen Anomalien werden als sogenannte direkte Methoden kurz angeführt. Nach diesen Verfahren kann man Vorräte bestimmen, ohne überhaupt ihre Lagerungsform ermitteln zu müssen. Das Wesen der Methoden beruht in folgendem:

Bei Anomalien und Erzkörpern mit klar ausgeprägtem Streichen wird der Vorrat des laufenden Meters des Erzkörpers ( $M$ ) in  $t$  nach dem Profil senkrecht zum Streichen der Anomalie, nach den anomalen Werten der Schwerkraft  $\Delta g$ , nach den Schwerkraftgradienten in diesem Profil  $g_x$  und nach der Projektion der horizontalen magnetischen Spannung auf dieses Profil  $X$  nach folgenden Formeln bestimmt:

$$M = \frac{\sigma}{2 \pi K (\sigma - \sigma_0)} \int_{-\infty}^{+\infty} \Delta g dx = 239 P N n \frac{\sigma}{(\sigma - \sigma_0)},$$

$$M = \frac{-\sigma}{2 \pi K (\sigma - \sigma_0)} \int_{-\infty}^{+\infty} x g_x dx \\ = -239 Q N^2 n \frac{\sigma}{(\sigma - \sigma_0)},$$

$$M = \frac{-\sigma}{2 \pi (j - j_0)} \int_{-\infty}^{+\infty} x X dx \\ = -15,9 Q_1 N^2 n 10^{-6} \frac{\sigma}{\sigma (j - j_0)}.$$

Für Anomalien und Lagerstätten beliebiger Form kann der volle Vorrat der Lagerstätte in  $t$  analog nach folgenden Formeln bestimmt werden:

$$M = \frac{\sigma}{2 \pi K (\sigma - \sigma_0)} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} g dx dy \\ = 2,39 R_1 N^2 \frac{\sigma}{(\sigma - \sigma_0)},$$

$$M = \frac{-\sigma}{2 \pi K (\sigma - \sigma_0)} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x g_x dx dy \\ = -2,39 R_2 N^3 \frac{\sigma}{(\sigma - \sigma_0)},$$

$$M = \frac{-\sigma}{2 \pi K (\sigma - \sigma_0)} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} y g_y dx dy \\ = -2,39 R_3 N^3 \frac{\sigma}{(\sigma - \sigma_0)},$$

$$M = \frac{-\sigma}{2 \pi (j - j_0)} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x X dx dy \\ = -159 R_4 N^3 10^{-9} \frac{\sigma}{(j - j_0)},$$



$$M = \frac{-\sigma}{2\pi(j-j_0)} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} y Y dx dy$$

$$= 159 R_5 N^3 10^{-9} \frac{\sigma}{(j-j_0)}.$$

In diesen Formeln bedeuten:  $\sigma$  — spezifisches Gewicht des Erzkörpers;  $\sigma_0$  — spezifisches Gewicht der Nebengesteine;  $j$  — Intensität der Magnetisierung des Erzkörpers;  $j_0$  — Intensität der Magnetisierung der Nebengesteine;  $N$  — Nenner des Maßstabes des geophysikalischen Grundrisses oder Profils;  $n$  — Maßstab der Spannung am Profil (Zahl der CGS-Einheiten pro 1 cm);  $P$  — Flächeninhalt der Figur, die von der Profilkurve und der horizontalen Achse begrenzt wird, in  $\text{cm}^2$ ;

$Q$  und  $Q_1$  — Werte der entsprechenden Integrale, die bei der Messung von  $X$ ,  $dx$ ,  $1\text{ g}$  in Zentimetern am Profil errechnet werden;  $R_1, R_2, R_3, R_4$  und  $R_5$  — Werte der entsprechenden Integrale, die bei der Messung von  $x, y, dx$  und  $dy$  nach dem Grundriß in Zentimetern und nach den Spannungen in CGS-Einheiten errechnet werden.

Die Errechnung der Vorräte mit Hilfe dieser Formeln ist ziemlich einfach, schnell zu bewerkstelligen und theoretisch vollkommen exakt. Fehler können nur (wenn Anomalien auftreten) auf Grund der tauben Nebengesteine, der falschen Auswahl des anomalen Feldes und der unvollständigen Berücksichtigung einer von der Lagerstätte weit entfernten Anomalie entstehen.

W. F.

## Lesesteine

### Die Wasserversorgung in den USA

Einem Sonderbericht vom 16. Mai 1956 des Washingtoner Korrespondenten der Stuttgarter Zeitung, HANS STEINITZ, entnehmen wir in stark gekürzter Form:

Anfang der dreißiger Jahre herrschte zwei Jahre hintereinander in den USA, vorwiegend in Texas, Oklahoma, Nebraska und Kansas eine schwere Trockenheit. Der überbeanspruchte Boden wurde in dicken Staubwolken fortgeführt. Die Regierung ROOSEVELT rückte dieser nationalen Gefahr energisch mit großen Bewässerungsarbeiten und vor allem planmäßiger Wiederaufforstung zu Leibe. Man glaubte damals, die Gefahr gemeistert zu haben.

1954 war wieder ein Jahr großer Trockenheit. Die 20 Jahre zuvor angelegten Wasserreservoirs, die für die damalige Zeit musterhaft waren, reichten inzwischen längst nicht mehr aus, weil der Wasserverbrauch der Industrie und der Energiewirtschaft sprunghaft angestiegen war. So kam es 1954 zu neuen braunen Staubwolken in rund einem Drittel des Gesamtgebiets der USA. 1955 regnete es nur wenig. Genug, um eine unmittelbare Katastrophe zu verhindern, aber nicht genug, um die Reservoirs aufzufüllen und den Boden zu sättigen. Und nun, da der Frühling d. J. wieder völlig regenlos war, droht aufs neue die Gefahr einer Trockenheitskatastrophe. Vom mexikanischen Golf bis an die kanadische Grenze zieht sich ein Gebiet, in dem die Farmer ihren guten Boden gleichsam vor ihren Augen verschwinden sehen und in dem zudem noch eine neue, bisher ungeahnte Gefahr auftaucht: der Grundwasserspiegel senkt sich. Die Überbeanspruchung der Grundwasservorräte beginnt sich zu rächen und Amerika scheint seine Schlacht um das Wasser endgültig zu verlieren.

Die Wasserversorgung ist seit der Erschließung des Kontinents das zentrale Problem für die Bevölkerung.

Es gibt in den USA bald Jahre trostloser Dürre, dann wieder Jahre katastrophalen Hochwassers. Es besteht die Gefahr, daß die Gesamtwassermenge des Kontinents für die steigende Bevölkerungszahl und ihren ständig zunehmenden Wasserbedarf nicht mehr ausreicht.

Die Bevölkerung stieg in den USA vom Anfang unseres Jahrhunderts von 75 Millionen auf 165 Millionen und dürfte bald die 200 Millionen-Grenze überschritten haben. Am Ende unseres Jahrhunderts wird sie vermutlich 225 Millionen betragen.

Der Wasserverbrauch pro Kopf der Bevölkerung, der noch vor 30 Jahren auf 100 Liter täglich geschätzt wurde, hat heute beinahe 250 Liter erreicht. Auch die Energiewirtschaft sowie die sonstige Industrie stellen ständig größere Anforderungen an die Wasserversorgung, so daß die Bedarfskurve steil ansteigt.

Im Südwesten und Mittelwesten macht man sich Gedanken über die gefährliche Senkung des Grundwasserspiegels. Diese führte dazu, daß im vorigen Jahr zum ersten Mal die Bewohner

von New-Orleans statt des bisherigen Süßwassers Salzwasser aus ihren Wasserleitungen erhielten. Dieses Alarmsignal fand im ganzen Lande größte Beachtung. Man hat daraufhin die Gesamtwassermenge berechnet, die durchschnittlich im Jahr infolge Regenfällen und Abschmelzens der Gletscher und Schneefelder zur Verfügung steht. Von der nach Abzug des durchschnittlichen Verlustes durch Verdunstung und Aufnahme der Pflanzen verbleibenden Menge konsumiert der Mensch heute für Industrie, Landwirtschaft, Energiewirtschaft, Viehzucht usw. noch nicht knapp 20%. 1980 wird der Prozentsatz auf 30 gestiegen sein. Aber in den wasserarmen Gebieten liegt der Konsum heute schon über 100% und man muß die Reserven des Grundwassers und wasserreicherer Nachbarregionen anreißen. In New York rechnet man schon damit, Wasser aus Kanada importieren zu müssen.

Die Regierung bemüht sich, mehrfache Verwendung des Wassers zu erreichen. So soll das Wasser, das Turbinen in Kraftwerken antreibt, nachträglich für Berieselungsanlagen ausgewertet werden. Weiter sollen zusätzlich Speicherseen am Oberlauf der großen Ströme angelegt werden, die in Hochwasserjahren gespeist werden und dann in Dürrezeiten zur Verfügung stehen. Künftig wird man den Inhalt dieser Speicherseen nicht einfach in ihre natürlichen Flußbetten ableiten, sondern wird sie durch Kanäle in die Mangelgebiete des Südwestens umdriegen müssen; und nur wenn das auf breiter Front geschehen kann und somit eine planmäßig gelenkte, ausgleichende Wasserversorgung für den ganzen Kontinent gesteht, nur dann wird Amerika seinen Kampf um das Wasser gewonnen haben.

L.

### Kalter Krieg

Der Westberliner „Telegraph“ berichtete am 7. November 1956 u. a. folgendes:

„Einen Kalten Krieg im wahrsten Sinne des Wortes führt seit über zwei Jahren eine Handvoll amerikanischer Pioniere in den unendlichen Weiten des grönländischen Inlandeises, das diese Insel bis zu einer Dicke von 3000 Meter unter sich begraben hat. In unvorstellbarer Einsamkeit wühlen diese Männer Gänge, graben sie Tunnels hoch oben in dem nördlichsten Teil Grönlands. Das Ziel: die amerikanische Armee sucht nach Möglichkeiten, weit zum Nordpol, in Richtung Sibirien also, vorgeschobene Stützpunkte durch eine Untergrundbahn zu versorgen, die quer durch das Inlandeis führt, unangreifbar, ungestört von Stürmen und Schnee.“

Schaut man sich den Globus an, findet man schnell heraus, weshalb sich die Amerikaner so sehr für Stützpunkte möglichst nahe dem Nordpol interessieren. Wer auf Pearyland, 800 Kilometer nordöstlich des schon berühmt gewordenen, grönländischen Großstützpunktes Thule, eine Abschubbasis für Fernraketen oder einen Flugplatz für Fernbomber errichten und versorgen kann, beherrscht das europäische Rußland und Sibirien.“



Da Pearyland als Stützpunkt weder mit Flugzeugen noch mit Schiffen (es gibt keinen Hafen) versorgt werden kann, schlug Dr. Bader von der USA-Armee vor, einen 800 km langen Tunnel von Thule nach Pearyland zu bauen. Seit dem Sommer 1954 werden entsprechende Versuche durchgeführt.

„Heute wissen die Tunnelexperten bereits, wie die „Unter-eisbahn“, sollte sie je verwirklicht werden, gebaut werden müßte. Eine Art Grabenbagger oder ein besonderer Schneepflug müßte von der Oberfläche her einen Graben in das Eis schneiden, so tief und weit, wie es für den Bau der geplanten Bahn erforderlich wäre. Dann wird der Graben mit Preßholz oder Blechplatten überdacht. Über diese Decke wird dann Schnee geblasen, der schon nach einer Woche so fest zusammengefroren ist, daß die ursprüngliche Deckenkonstruktion entfernt und an anderer Stelle erneut verwandt werden kann. So entsteht der Tunnel aus Schnee und Eis, ohne fremden Baustoff.“

Wäre es nicht vorteilhafter für die Menschheit, wenn derartige Versuche nicht militärischen Zwecken, sondern dem Frieden dienen würden, z. B. um die Bodenschätze Grönlands und der Antarktis zu erschließen?

—R.

### Allgemeine Ziele der Montan-Union

Ein Dokument über die allgemeinen Ziele der Montan-Union wird in westdeutschen Veröffentlichungen eingehend behandelt. Danach hat sich die Behörde für eine möglichst rationelle Ausnutzung sämtlicher Kohlenarten und aller Energieträger ausgesprochen. Einer kurzfristigen Erhöhung der Förderkapazitäten steht der Mangel an Untertagearbeitern im Wege. Bei einer Gesamtbelegschaft von 650 000 Mann fehlen zur Zeit 45 000 Untertagearbeiter. Der Kohlenbedarf wird für 1960 auf 308, für 1965 auf 333 und für 1975 auf

362 Mill. t Steinkohle geschätzt. Trotzdem würde bei weitest gehender Mechanisierung und Rationalisierung dann noch ein Einfuhrbedarf von 30 Mill. t bestehen bleiben. Die Erzeinfuhr, die 1955 schon 19,5 Mill. t erreichte, dürfte bereits 1960 auf etwa 30 Mill. t angestiegen sein.

Im Ruhrgebiet kann bis 1965 bei Ausnutzung aller Möglichkeiten durch die Abteufung neuer und die Zusammenlegung bestehender Schächte eine Fördersteigerung von 25 Mill. t und bis 1975 von weiteren 30 Mill. t erzielt werden. Die Reviere Aachen, Lothringen und Saar könnten in den nächsten 20 Jahren noch 16 Mill. t pro Jahr mehr fördern, während die übrigen Reviere kaum noch Expansionschancen hätten.

Der Inlandsstahlbedarf wird sich nach Ansicht der Montan-Union 1975 auf 96 Mill. t gegenüber 45 Mill. t 1955 erhöhen bei einem Gesamtbedarf von 105 Mill. t (1955: 52 Mill. t).

Nicht im Absatz, sondern in der Rohstoffversorgung erwartet die Montan-Union das Auftreten empfindlicher Engpässe. Sie ist überzeugt, daß auch ein energischer Ausbau der Kokereikapazitäten das Koksversorgungsproblem nicht allein lösen könne, sondern daß langfristig eine erhebliche Herabsetzung des durchschnittlichen Kokeinsatzes in den Hochöfen der Gemeinschaft erreicht und neue Verfahren entwickelt werden müssen, die es gestatten, einen Teil des Stahls ohne Koks aus Eisen zu gewinnen. Trotzdem dürfte der Koksbedarf von 77 Mill. t 1955 auf 117 Mill. t 1975 steigen und so der Bedarf an verkokbarer Kohle stärker als der Bedarf aller anderen Kohlenarten zunehmen.

Um die Erzgrundlage zu verbessern, setzt sich die Montan-Union für die Erweiterung des westfranzösischen Reviers, die Aufnahme der Förderung im Gifhorner Revier sowie für die Durchführung der Erhöhung der lothringischen Jahresförderung auf 65 Mill. t bis 1961 ein.

L.

## Buchbespredungen

HANS JAHNS

### Die Vorarbeiten zur Ermittlung der natürlichen Gebirgstemperatur in den Bergwerken des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirks

Mit einem Anhang: Richtlinien für die Ermittlung der natürlichen Gebirgstemperatur. Aufgestellt vom Ausschuß für Geologie des Steinkohlenbergbauvereins. Mitt. aus dem Markscheidewesen Heft 5, 1956, 63. Jahrg., S. 143—185.

Aus der geothermischen Tiefenstufe in m je °C oder dem Temperaturgradienten in °C je m kann der Geologe wichtige Schlüsse ziehen. Einmal läßt sich das geologische Alter erkennen, zum anderen der tektonische Zustand, unter Umständen auch das Vorhandensein junger plutonischer Massen in der Tiefe ableiten. Leider liegen viel zu wenig systematische Untersuchungen vor, um großräumige regionale Auswertungen vornehmen zu können. Die bisher festgestellten Werte schwanken zwischen 120 m/°C oder 0,008 °C/m in mächtigen algonischen Ablagerungen (Witwatersrand) und etwa 7 m/°C oder 0,14 °C/m in jüngsten vulkanischen Ergüssen. Für die Kohlenbecken wurden Werte zwischen 20 und 50 m/°C oder 0,05 und 0,02 °C/m beobachtet. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß große Seen in der nächsten Umgebung einen bedeutenden Einfluß auf den Verlauf der Isothermen haben. So wurde in den tiefen Kupfergruben am Oberen See beobachtet, daß sich direkt am See Werte von etwa 120 m/°C oder 0,008 °C/m ergeben, die sich in 8 km Entfernung auf 42 m/°C oder 0,023 °C/m verändert haben.

Daß Temperaturmessungen noch nicht ohne weiteres in jedem tieferen Bohrloch vorgenommen und in allen tiefen Gruben systematisch durchgeführt werden, hat seinen Grund in der Erschwerung zuverlässiger Messungen durch den Kühlmantel, der bei Bohrungen durch die umlaufende Spülung und in Grubenbauen durch die Bewitterung entsteht. Es bedarf daher wohlüberlegter Methoden und peinlicher Durchführung, um die wesentlichsten Fehlerquellen weitgehend auszuschalten.

Es ist deshalb sehr verdienstvoll, daß sich der Verfasser mit der Frage der Erprobung und Standardisierung eines zweckmäßigen Meßverfahrens in Gruben beschäftigt hat. Daraus sind eingehende Richtlinien für die Ermittlung der natür-

lichen Gebirgstemperatur entwickelt worden. Diese Anweisungen behandeln eingehend die Meßvorrichtung, die Bauart des Thermometers, die Auswahl, Prüfung und Eichung der Thermometer bis zum Einbau des Thermometers in das Bohrloch, ferner die Auswahl der Meßstellen, die Ausführung der Messungen und schließlich die Auswertung.

Durch diese Richtlinien soll die zweckmäßigste systematische Bestimmung der Gebirgstemperaturen in allen Steinkohlengruben des rheinisch-westfälischen Bezirks gewährleistet werden. Es ist mit etwa vier Meßstellen je qkm gerechnet worden. Entsprechend der Gesamtfläche dieses ausgedehnten Reviers von 1400 qkm bedeutet dieses Vorhaben 5000 bis 6000 Messungen.

Es wäre erwünscht, daß auch in den Gruben der DDR nach dem referierten Verfahren entsprechende Messungen durchgeführt werden.

Darüber hinaus erscheint es noch zweckmäßig, für die Durchführung von Temperaturmessungen in Tiefbohrungen ähnliche Richtlinien zu erarbeiten.

H. REH

### Jubiläumsband zum 50jährigen Bestehen der Zeitschrift „Economic Geology“, 1905—1955

Zur Feier des 50jährigen Bestehens der Zeitschrift „Economic Geology“ hat die Economic Geology Publishing Company einen Jubiläumsband (Fiftieth Anniversary Volume) herausgebracht, der in jeder Hinsicht etwas Besonderes darstellt. Bereits im Jahre 1951 hatte der Chefredakteur der „Economic Geology“, ALAN M. BATEMAN, angeregt, einen besonderen Jubiläumsband vorzubereiten. Daraufhin wurde ein Organisationskomitee gegründet, das die Herausgabe dieses Jubiläumsbandes in die Wege leiten sollte. Man hatte sich vorgenommen, keinen Festband mit lose aneinandergereihten Aufsätzen zu bringen, sondern ausgewählte Themen aus den verschiedenen Gebieten der angewandten Geologie von Fachleuten zusammenfassend bearbeiten zu lassen. Ein besonderer Festband-Ausschuß bereitete dann die Zusammenstellung der Themen und die Auswahl der Autoren vor.



Auf über 1100 Seiten ist in zwei Teilbänden umfangreiches Material aus verschiedenen Teilgebieten der Geologie, vor allem der Lagerstättengeologie, aber auch der Ingenieurgeologie, Hydrogeologie, Erdölgeologie, Kohlenpetrographie, Paläontologie, Geochemie und Geophysik niedergelegt.

Es kann in diesem Referat nicht versucht werden, auf den Inhalt der insgesamt 25 Aufsätze einzugehen. Vielleicht gibt sich später einmal die Möglichkeit, einige besonders interessante und wichtige Arbeiten ausführlicher zu referieren.

Die Vielfältigkeit der behandelten Themen kann dem Inhaltsverzeichnis (in Übersetzung) entnommen werden:

Teilband 1	Seite
ALAN M. BATEMAN: „Economic Geology“	1
F. S. TURNEAURE: Metallogenetische Provinzen und Epochen	38
DONALD E. WHITE: Thermalquellen und epithermale Erzlagerstätten	99
JAMES A. NOBLE: Die Klassifikation der Erzlagerstätten	155
H. E. MCKINSTRY: Die Struktur der hydrothermalen Erzlagerstätten	170
CHARLES F. PARK, JR.: Die Zonar-Theorie der Erzlagerstätten	226
T. S. LOVERING: Temperaturen in Intrusionen und in deren Umgebung	249
W. A. WEYL: Synthetische Mineralien	282
GEORGE M. SCHWARTZ: Hydrothermale Umwandlung als Wegweiser zum Erz	300
CHARLES A. ANDERSON: Oxydation und Zementation der Kupfersulfide	324
EARL INGERSON: Methoden und Probleme der geologischen Thermometer	341
KONRAD B. KRAUSKOPF: Sedimentäre Lagerstätten seltener Metalle	411
V. E. MCKELVEY, D. L. EVERHART & R. M. GARRELS: Entstehung der Uranlagerstätten	464
Teilband 2	
ROBERT F. LEGGET: Ingenieurgeologie — Ein Überblick über fünfzig Jahre	534
KARL TERZAGHI: Einfluß geologischer Faktoren auf die ingenieurgeologisch bedeutsamen Eigenschaften der Sedimente	557
RALPH E. GRIM: Fortschritte in der Mineralogie und Technologie der Tone	619
D. L. GRAF & J. E. LAMAR: Die Eigenschaften der Kalzium-Magnesium-Karbonate, ihr Einfluß auf einige Anwendungsgebiete der Karbonatgesteine	639
JOHN G. FERRIS & A. NELSON SAYRE: Der Weg zu quantitativer Grundwasser-Erforschung	714
A. I. LEVORSEN: Zeitpunkt der Erdölspeicherung	748
C. E. MARSHALL: Kohlenpetrologie	757
WILLIAM L. RUSSELL: Die Anwendbarkeit der Gammastrahlenmessung für die Aufsuchung von Lagerstätten	835
SAMUEL P. ELLISON: Die wirtschaftliche Anwendung der Paläoökologie	867
LOUIS B. SLICHTER: Die Rolle der Geophysik bei der Aufsuchung von Erzlagerstätten	885
MICHAEL FLEISCHER: Die Spurenelemente in einigen sulfidischen Mineralien	970
RICHARD H. JAHNS: Die Untersuchung der pegmatitischen Lagerstätten	1025

H. REH

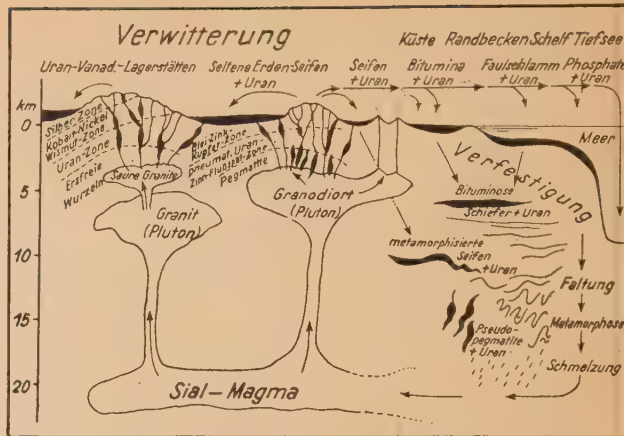
ZESCHKE, G.

### Prospektion von Uran- und Thoriumerzen

(76 S., 26 Abb., 6 Tab., DM 13,—, Stuttgart 1956)

Der Autor, der eine größere Praxis im Aufsuchen von radioaktiven Erzen hat, wendet sich an einen großen Leserkreis. Deshalb bleibt seine Arbeit „zum Teil bewußt an der Oberfläche, ohne die rein wissenschaftlichen Probleme näher zu erörtern“. Sein Werk soll vorwiegend ein Handbuch für diejenigen sein, die sich — auch als Nichtfachleute — mit dem Aufsuchen von Uran- und Thoriumerzen befassen wollen. Für diesen Leserkreis ist das Buch ausgezeichnet geeignet und erreicht das angestrebte Ziel.

Nach einer kurzen Beschreibung der geologischen Vorkommen von Uran- und Thoriumerzen und der radioaktiven Minerale werden eingehend die Prospektions- und Nachweismethoden behandelt. Leitminerale, Strahlungsmessungen mit den dazugehörigen Apparaturen, Fluoreszenzbeobachtungen, chemische, radiometrische und fotografische Nachweise von Uran



Kreislauf des Urans in der Erdkruste  
(nach Schneiderhöhn und Zeschke 1956)

und Thorium werden beschrieben. Zum Schluß bringt der Autor einige Angaben über Probenahme, Vorratsberechnung, Aufbereitung und Preise. Bemerkenswert ist die dem Buch beigegebene Tabelle „Uran- und Thoriumminerale, physikalische und chemische Eigenschaften, geologisches Vorkommen und Entstehungsbereiche der Minerale, nach dem Chemismus geordnet“, in der 110 Minerale beschrieben werden. Aus der Zahl der vielen Abbildungen bringen wir oben den Kreislauf des Urans in der Erdkruste.

Nach dem Autor kann man die Erze entsprechend ihrer Wichtigkeit als Leitminerale für Uran folgendermaßen zusammenfassen:

„Wismut-, Kobalt-, Silber-, Arsen-, Zinn-, Kupfer-, Gold-erze, Minerale der seltenen Erden, Molybdän-, Wolfram-, und untergeordnet Blei-Zinkerze und Roteisenerze.“

Unter den Nichterzen sind als Leitminerale zu nennen violett gefärbter Flußspat, braun oder rötlich gefärbter Kalkspat und Dolomit, Phosphate, Bitumina und untergeordnet pegmatitische Minerale.

Für Thorium gelten Niobate, Tantalate und andere pegmatitische Erze als Leitminerale. Thoriumminerale verfärben, oft auf Grund ihres Urangehaltes, ebenfalls Quarz, Feldspat, Karbonate und Flußspat.

Die Einteilung der Vorräte in sichere, vermutliche und unsichere Vorräte lehnt der Verfasser ab. Er schlägt folgende Klassifizierung vor:

1. Fertigvorgefertigte Erzmengen, also Gangteile, die von allen vier Seiten umfahren sind.
2. In der Vorrichtung begriffene Gangteile, die entweder von drei oder von zwei Seiten oder nur von einer Seite angefahren sind.
3. Noch nicht aufgeschlossene Teile und hierin die auf Grund der Lagerstättennatur zu erwartende Menge. (S. 55).“

Ein 0,5 % Uran enthaltendes Erz wird in den USA noch als hochgradig bezeichnet. Die meisten zur Zeit in der westlichen Hemisphäre ausgebeuteten Lagerstätten enthalten etwa 1,0 %  $U_3O_8$ . „Nur bei Riesenlagerstätten, wie z. B. Witwatersrand (Gold als Hauptprodukt, Uran als Nebenprodukt) oder Texas und Florida (Phosphate als Hauptprodukt, Uran als Nebenprodukt) geht man bis auf 0,01 %  $U_3O_8$  herunter“. Außer den angegebenen Beispielen enthält das Buch viele weitere wichtige Einzelheiten und Tatsachen. Da es außerdem flüssig und sachlich konzentriert geschrieben ist, kann sein Studium jedem Geologen empfohlen werden. L.

GUMULCZYNSKI, A. J.

### Bau eines Produktionsbetriebes für Tonmehl zur Verwendung bei Bohrspülungen

NAFTA, Heft Nr. 6/1956, S. 5, Bulletin des Erdölinstituts Nr. 3

Polen will in Zukunft Tonmehl zur Herstellung von Bohrspülungen nicht mehr importieren. Der Entwurf für den Bau eines Betriebes zur Produktion von Tonmehl ist bereits fertiggestellt. Durch langjährige geologische Erkundungen und Laboratoriumsuntersuchungen wurde ermittelt, daß der in Chmielniki vorkommende Ton sich vorzüglich zur Verarbeitung auf Tonmehl eignet. Die dortigen Vorräte reichen bei einer



Hypothetisches Profil durch das Mississippi-Gebiet und die Geosynklinale der Golfküste. Nach Russell 1955. E.



## Kurznachrichten

### Fündig gewordene Erdölbohrungen in der Bundesrepublik

#### Gebiet nördlich der Elbe

Schwedeneck 7 (Krs. Eckernförde)

Zum Produktionsversuch wurde der Dogger- $\beta$ -Hauptsandstein von 1498 bis 1502,5 m perforiert. Die nach Einbau einer Pumpe unternommenen Förderversuche erbrachten einen täglichen Zufluß von etwa 15 cbm Rohöl mit einem spez. Gewicht von 0,907.

#### Gebiet zwischen Elbe und Weser

Leiferde 1

Die im Sandstein des tieferen Valendis bzw. Wealden fündig gewordene Bohrung steht auf einer seismisch ermittelten Struktur, welche gegen Osten durch ein Störungssystem abgeschnitten wird, das die Salzstöcke Gifhorn und Rolfsbüttel/Hillerse miteinander verbindet. Erste Förderversuche durch eine 4-mm-Düse und mit 26 atü Steigrohrdruck erbrachten 50 tato Rohöl mit einem spez. Gewicht von 0,856.

An diesem Fund knüpfen sich berechnete Erwartungen hinsichtlich der weiteren Ölführung sowohl der tieferen Unterkreide als auch noch tiefer gelegener Schichten (Korallenoolith, tiefer Dogger, Lias).

Rietze-Dogger 1, nördlich Peine

Die Bohrung wurde in 1827 m Teufe im Dogger- $\beta$ -Sandstein eruptiv fündig. Das sehr gasreiche Leichtöl deutet darauf hin, daß man hier auf eine der in Deutschland seltenen Gastrieblagerstätten gestoßen ist.

#### Gebiet zwischen Weser und Ems

Oythe 4, 3,5 km ostnordöstlich von Vechte

Die Bohrung wurde in Schichten des Oberen Doggers (Cornbrash) und Malms fündig. Erste Kolbarbeiten ergaben Ölzufluß aus einer Teufe von 1133 bis 1161 m. Man rechnet mit einer anfänglichen Pumpförderung von 10–12 cbm/Tag eines hochviskosen Öles mit einem spez. Gewicht von 0,884.

Ortland 1, 3,5 km östlich Quackenbrück (Oldenburg)

Die in den basalen Schichten des Kimmeridge und des Obersten Cornbrash zwischen 533 und 549 m angestellten Produktionsversuche ergaben nach hydraulischer Behandlung eine Anfangsförderung von etwa 13 tato freifließenden Rohöls mit einem spez. Gewicht von 0,865 durch eine 3-mm-Düse.

#### Oberrheintal

Hüttenheim 1, 20 km nördlich Karlsruhe

Die Bohrung ist in etwa 1000 m Teufe in den Sanden der Cyrenenschichten fündig geworden. Das spez. Gewicht des Rohöls liegt zwischen 0,870 und 0,872.

Der Fund ist insofern bedeutend, als im mittleren Abschnitt des Rheintalgrabens nunmehr auch auf der östlichen Rheintalseite eine Lagerstätte in größerer Teufe nachgewiesen werden konnte.

#### Alpenvorland

Heimertingen 6 und 7

Das in der tertiären Molasse liegende Speichergestein wurde in einer Teufe von 1550 m auf einer Strecke von 4 bzw. 7 m ölprägniert angetroffen. Pumpversuche erbrachten in den ersten 5 Tagen eine durchschnittliche Tagesförderung von je 15 cbm Öl mit einem spez. Gewicht von 0,836.

Mit diesem Erfolg steigen die Aussichten, in der westlichen Vorlandmolasse der Alpen weitere wirtschaftliche Lagerstätten zu erschließen.

B.

### Bewertung der westdeutschen Erdölförderung

Der Durchschnittswert je t geförderten Rohöls stellte sich 1955 in Westdeutschland auf 154,41 DM. Der Wert je m<sup>3</sup> rohen Erdgases wurde nach den statistischen Unterlagen der Bergbehörde auf 8 Pf., der des verwertbaren Erdölgases auf 5 Pf. berechnet. Die Erzeugung von Schieferschwelteer stellte sich auf 134,32 DM je t. Hinter Steinkohle und Braunkohle nimmt das Erdöl wertmäßig den 3. Platz in der Bundesrepublik unter den gewonnenen mineralischen Rohstoffen ein.

### Die Erdgasförderung in der Bundesrepublik

Einem Beitrag der Deutschen Volkszeitung, Düsseldorf, vom 16. November 1956 ist zu entnehmen:

„Durch die Entdeckung und Erschließung neuer Erdgasvorkommen hat sich die deutsche Erdölgewinnungsindustrie veranlaßt gesehen, erhebliche Kapitalien zu investieren. Die Gesamtförderung von 239 568 000 Ncbm hat erstmalig eine völlig neue Größenordnung beim Erdgas in Erscheinung treten lassen. Die Steigerung beträgt gegen das Vorjahr 152 089 000 Ncbm, das sind fast 175 %, die sich auf die Gebiete zwischen Weser und Ems und das Oberrheintal verteilen. Zur synthetischen Herstellung von Kunststoffen, zur Herstellung von Methanchlorisierungsprodukten, Ammoniak und Blausäure, zur Treibgasgewinnung, zur Heizwertaufbereitung von Schwachgasen, zum Einpressen in Erdölbohrungen und zum Heizen findet Erdgas eine vielseitige Verwendung.“

L.

### Der Erdölverbrauch der westeuropäischen Länder

In der Bundesrepublik steigt die Nachfrage nach Heizöl, und es mußten im letzten Jahre etwa 1,2 Millionen t eingeführt werden. Man schätzt, daß bis Ende 1956 etwa 250 000 Öfen in Betrieb sein werden. Als Faustregel für den Verbrauch gelten 600 kg je Ofen und Jahr. Für Haushaltsöfen ist allerdings nur das teure dünne Öl geeignet, das etwa 200,— DM je t kostet. In der Industrie verwendet man das billigere dicke Heizöl, das etwa 100,— DM je t kostet. Im Jahre 1955 verbrauchte man in der Bundesrepublik je Kopf 194 kg Erdölprodukte, während man in Frankreich 357 kg und in England 419 kg konsumierte. An der Spitze des Erdölverbrauchs stehen die USA mit 2600 kg je Kopf und Jahr, wobei sich der Verbrauch hauptsächlich auf Benzin und Heizöl erstreckt.

L.

### Ölexporte arabischer Länder

Die gesamte Ölausfuhr des Nahen und Mittleren Ostens erreichte 1955 rund 146 Mill. t; davon gingen 65 Mill. t durch den Suezkanal, 40 Mill. t durch pipe-lines zum Mittelmeer und 41 Mill. t wurden vom Persischen Golf aus verschifft. Als hauptsächliches Käuferland trat Großbritannien auf, das 25 Mill. t abnahm, während 67 Mill. t auf andere westeuropäische Länder, 18 Mill. t auf den amerikanischen Kontinent und 36 Mill. t auf die Länder am Indischen Ozean und des Fernen Ostens entfielen.

L.

### Ferngasleitungen Stawropol — Moskau

Als Nachtrag zu unserer Kurznachricht, Jahrgang 2, 1956 Heft 1, S. 48, bringen wir nachstehend eine Kartenskizze über den Verlauf der über 1200 km langen Erdgasleitung Stawropol-Moskau. Die Rohrleitung verläuft von den nordkaukasischen Erdgasfeldern bei Stawropol über Rostow/Don, Woroschilowgrad, Woronash, Jeletz, Tula und Serpuchow nach Moskau. Diese Leitung ergänzt die Erdgasleitungen Saratow — Moskau (über 800 km lang) und Daschawa — Kiew — Brjansk — Moskau (über 1300 km). Es ist geplant, das Erdgas von Stawropol durch eine weitere Ferngasleitung nach Tbilissi zu transportieren.

E.



Erdgasleitung  
Stawropol — Moskau



### Von der 5. Weltkraftkonferenz

Mehr als 2500 Wissenschaftler und Techniker aus 50 Ländern nahmen Mitte 1956 an der 5. Weltkraftkonferenz in Wien teil, deren Thematik „Die Energiequellen der Welt und ihre Bedeutung im Wandel der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung“ lautete. Zahlreiche Probleme wurden behandelt, von denen im folgenden nur einige wenige herausgegriffen seien.

Seit der 4. Weltkraftkonferenz 1950 in London hat der Weltverbrauch an elektrischer Energie (die nur einen Teil des Weltenergiebedarfs darstellt) um 42 % zugenommen und dabei hat sich der Anteil der Mineralölprodukte und des Erdgases bis an 50 % des Bedarfs herangeschoben. Bei einer Weltölproduktion von über 700 Mio tato Rohöl sind noch etwa 80 Mrd. t Vorräte unangetastet, ganz zu schweigen von den Ölmengen, die vermutet werden und mit deren Erforschung man noch nicht begonnen hat. Die Weltvorräte an Steinkohle wurden auf 3,6, die an Braunkohle auf 1,2 Billionen t geschätzt. In den USA und der UdSSR sind die ersten Sonnenkraftwerke in Planung oder im Bau. Prof. Dr. BAUM von der Moskauer Akademie der Wissenschaften zeigte Skizzen eines Sonnenkraftwerkes, das eine Leistung von 1200 kW hat. Im Ararat ist der Bau eines Sonnenkraftwerkes vorgesehen, das jährlich 2,5 Mio kWh liefern soll.

Die Wasserkraftwerke waren 1954 an der Elektrizitätsproduktion in Europa mit 36 %, in den USA mit 23 % beteiligt. Die Wasserkraftreserven sind noch sehr wenig ausgenutzt. Die Weltvorräte an Wasserkraft werden auf 3750 Mio kW geschätzt, aus denen man 31 900 Mrd. kWh Strom gewinnen könnte. Der sowjetische stellvertretende Minister für Kraftwerksbauten PAWLENKO machte folgende Angaben:

1940 erzeugte die Sowjetunion 48,3 Mrd. kWh Strom, davon lieferten die Wasserkraftwerke 5,1 Mrd.; 1950 hatte sich das Verhältnis auf 90,9 : 12,7 und 1955 auf 170,1 : 23,1 Mrd. kWh verändert. Bis 1960 soll die sowjetische Energieerzeugung um 88 % auf 320 Mrd. kWh steigen, wovon 59 Mrd. aus Wasserkraft gewonnen werden. Die 1500 energiewirtschaftlich mehr oder weniger genau erforschten Gewässer der Sowjetunion bergen an nutzbarer Wasserkraft 340 Mio kW und könnten im Jahr fast 3000 Mrd. kWh liefern.

Die Wasserkraftwerke von Kuibyschew und Stalingrad leisten 2,1 und 2,3 Mio kW. An der Angara werden in sechs Staustufen 10 Mio kW installiert. Man wird dort jährlich 70 Mrd. kWh gewinnen. Das größte der Angarakraftwerke in Bratz wird über eine Leistung von 3,2 Mio kW verfügen und 21,7 Mrd. kWh liefern können. Sein Bau wird 1960 beendet sein.

Ein Delegierter wies darauf hin, daß sich an der Grenze zwischen Indien, Pakistan und China beim Tsangpo die Möglichkeit bietet, durch Abschneiden einer Flußschlinge mit einem Stollen von etwa 50 km Länge eine Fallhöhe von mehr als 2000 m Höhe zu gewinnen. Dieses eine Projekt gäbe allein ein Jahresarbeitsvermögen von 150 bis 300 Mrd. kWh.

Interessant waren die Anregungen, auf arabischen Feldern zur Zeit abgeackeltes Erdgas (28 Mio m<sup>3</sup> täglich) durch eine etwa 4000 km lange Ferngasleitung von Iran, Irak und Kuwait über die Türkei, Griechenland, Jugoslawien und Italien nach Westdeutschland und Frankreich zu transportieren. Im ersten Bauabschnitt sollen nach diesem Projekt auf einer Strecke von 2900 km Rohre mit einem Durchmesser von 90 cm und für die restlichen 1100 km solche von 60 cm verlegt werden. Der Verbraucherpreis für dieses Erdgas würde sich nach den vorliegenden Kalkulationen bei einer täglichen Erdgaslieferung von 14 Mio m<sup>3</sup> auf 4,7 Pfennige je m<sup>3</sup> stellen, wovon 3,3 Pf. auf den Betrieb der Zubringerleitung und 0,4 Pf. auf die Erdgaskosten selbst entfallen würden. Es wurde die Ansicht geäußert, daß die Wettbewerbsfähigkeit des arabischen Erdgases auf dem westeuropäischen Markt außer Frage stehe<sup>1</sup>.

Auch über SÖRGELS Atlantropa-Projekt wurde diskutiert. Man glaubte, seine Idee, überschüssiges Wasser des Kongo in die Tschadsee-Senke überleiten zu wollen, ablehnen zu müssen, weil durch die Bifurkation des Logone das zugeleitete Wasser zum Atlantischen Ozean abfließen würde. Wenn auch das SÖRGELS Projekt in der vorliegenden

Form nicht durchführbar ist, so bleibt doch die Verwirklichung seines Gedankens, überschüssiges Kongowasser den Trockengebieten des zentralen Sudans zuzuleiten, trotz der Bifurkation des Logone möglich. Auf diese, nicht nur für Zentralafrika, sondern auch für die europäischen Länder, die auf die Einfuhr tropischer Agrarprodukte angewiesen sind, äußerst wichtige Frage werden wir in einem unserer nächsten Hefte zurückkommen. E.

### Indiens Rohstoffbasis an Kernstoffen

In Indien beschäftigen sich gegenwärtig etwa 200 Wissenschaftler mit Kernforschungsproblemen, ihre Zahl soll bis 1959 auf 800 erhöht werden. Der erste von indischen Fachleuten gebaute Atommeiler ist kürzlich in einem Vorort von Bombay in Betrieb genommen worden. Als Rohstoffbasis für die Kernspaltung dienen die ausgedehnten Lagerstätten von Monazitsand, die 8 bis 10 % Thoriumoxyd enthalten. Die Monazitsande treten zusammen mit gleichfalls bauwürdigen Rutil- und Ilmenitsanden auf. Die indischen Vorkommen an Beryllium und Lithium werden weitere Rohstoffe für den Aufbau atomarer Anlagen liefern. Unter persönlicher Oberleitung des Ministerpräsidenten Nehru arbeitet ein Staatssekretariat für Kernforschung, dessen Leiter Dr. HOMI BHABHA ist. Zur Auswertung der Monazitsandvorkommen wurde eine Staatliche Gesellschaft gebildet. Die Veredlung der gewonnenen Thoriumkonzentrate findet in dem eingangs erwähnten Atomkraftzentrum bei Bombay statt. L.

### Uransdürfungen in Übersee

Das Ministerium für Bodenschätze der Republik Sudan bestätigte, daß im West-Sudan Uranvorkommen entdeckt worden seien. Die Lagerstätten werden zur Zeit weiter erschürft. Gleichzeitig sind im Osten des Landes Kupfer- und Manganerzlagernstätten und im Norden am Nil Graphite entdeckt worden. Die weit verbreitete Ansicht, daß die Republik Sudan ein an mineralischen Rohstoffen armes Land sei, und daß sich daher dort eine eingehende geologische Erkundung nicht lohnen könne, ist durch die neuen Funde endgültig widerlegt.

Vorerkundungen in der portugiesischen Kolonie Angola haben angeblich ergeben, daß dieses westafrikanische Gebiet gute Aussichten für die Auffindung von Uranerzen bietet. 1957 soll daher eine systematische Durchforschung der uranhaltigen Gebiete durchgeführt werden. Die westdeutsche Industrie zeigt zur Zeit besonderes Interesse an der geologischen Erforschung der über 2 Millionen km<sup>2</sup> großen Kolonialgebiete Portugals.

Mit Unterstützung der holländischen Regierung ist beabsichtigt, 1957 eine Forschungs Expedition nach West-Neuguinea zu entsenden. Es soll im dortigen Zentralgebirge ein etwa 2400 qkm großes fast unbekanntes Gebiet geologisch näher erkundet werden, da man in ihm reiche Gold- und Uranvorkommen vermutet. E.

### Uran in der „freien Welt“

J. JOHNSON, der Direktor der Materialabteilung der Atomenergiekommission, äußerte sich zur Uranversorgungslage der Vereinigten Staaten und der kapitalistischen Welt. Bei einer Investition von rund ½ Mrd. Dollar ist die Uranerzförderung in den USA von rund 70000 tato 1940 auf fast 3 Millionen tato im laufenden Jahr (1956) gestiegen. Die nachweisbaren Vorräte der USA können nach ihm auf 30 Mio t Erz geschätzt werden, „wobei man aber möglicherweise mit dem doppelten Betrag rechnen könne.“

Die Uranvorräte der gesamten „freien Welt“ schätzte JOHNSON auf rund 1 Mio t Uranoxyd, wobei er einräumte, daß auch hier eine Verdoppelung dieses Betrages im Bereich des Möglichen liege. Nach der Durchführung aller in Vorbereitung befindlichen Projekte werde die Uranoxydproduktion der „freien Welt“ rund 30000 tato betragen. E.

### Germanium

Der wachsende Bedarf an Halbleitereinrichtungen in der Industrie hat die Nachfrage nach Germanium, dem gegenwärtig populärsten Halbleitermaterial, stark ansteigen lassen.

Germanium tritt nie gediegen auf und kommt selten in solchen Konzentrationen vor, die eine direkte Ausbeute erlauben. Nur sehr wenige Minerale enthalten hinreichende

<sup>1</sup> Weitere Einzelheiten über die Erdgasversorgung verschiedener Länder bringt J. MOOS „Erdgas, Erdöl und Kohle im technischen Programm der 5. Weltkraftkonferenz“ in „Erdöl und Kohle“, 1956, S. 535—538.



Mengen des bestenfalls als sekundärer Gemengteil auftretenden Germaniums.

Der Mai-Nummer der amerikanischen Zeitschrift „Engineering and Mining Journal“ entnehmen wir die nachstehenden Einzelheiten:

Die wichtigsten, aber relativ seltenen Germaniumminerale sind Argyrodit ( $\text{Ag}_8\text{GeS}_8$ ) mit 6 bis 7 % und Germanit ( $7 \text{ Cu} \cdot \text{FeS} \cdot \text{GeS}_2$ ) mit 8,7 % Germanium. Canfieldit ( $\text{Ag}_8\text{SnS}_8$ ) enthält etwa 1,8 % Ge und wird in geringen Mengen in Bolivien gefunden, kommt aber als Ge-Lieferant nicht in Betracht. Renierit, ein komplexes Kupfer-Eisen-Germanium-Arsen-Sulfid, ist aus der Prinz-Leopold-Kupfergrube der Union Minière du Haut-Katanga, Kipsushi (Belgisch-Kongo), bekannt. Reiner Renierit enthält durchschnittlich 7 % Germanium und scheint in einer für die Ausbeutung ausreichenden Menge vorhanden zu sein. Der in den westlichen USA vorkommende Enargit ( $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ ) soll etwa 0,03 % Ge enthalten.

Gewöhnlich tritt Germanium in sehr geringen Mengen (0,01 bis 0,1 %) im Molekulargefüge anderer Minerale, wie z. B. in Silber-, Zinn-, Kupfer-, Zink- und Eisenerzen, auf. Am reichlichsten kommt es in den Tieftemperaturlagerstätten der Zinkblende vor, und zwar in Spuren bis zu 0,1 %. Cinnabarit ( $\text{HgS}$ ) enthält zuweilen ebensoviel Germanium. In den Enargiten tritt Germanium bis zu 0,1 % auf. Der Pyrargyrit ( $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ ) aus den Silbergruben von Bolivien enthält bis zu 1 % Germanium, und der Germaniumgehalt einiger zinnhaltiger Sulfide beträgt 0,5 %. In einigen Fällen kann Germanium als Nebenprodukt bei der Gewinnung der Primärmetalle abgeschieden werden.

Einige Zinkkonzentrate aus dem Illinois-Kentucky-Fluspat-Distrikt enthalten 0,03 bis 0,07 % Germanium. Bei einem 75prozentigen Ausbringen kann diese Lagerstätte in den nächsten sechs bis sieben Jahren 5 bis 6000 lbs Germanium pro Jahr liefern.

Eine aussichtsreichere Germanium-Quelle ist Belgisch-Kongo, wo die Zinkerze einige Hundertstel % enthalten. Eine mengenmäßige Schätzung dieser Vorkommen ist noch nicht vorgenommen worden.

Germanium wurde auch in den Kohlen gefunden. Es wird unter besonderen Verbrennungsbedingungen in der Asche oder anderen Nebenprodukten der Verbrennung zurückgehalten. Inwieweit diese Quelle genutzt werden kann, ist davon abhängig, ob das Germanium dabei in solchen Mengen auftritt, die eine wirtschaftliche Ausbeute lohnen. Bisher sind solche Versuche auf wirtschaftlicher Ebene nur in England durchgeführt worden. Die Qualität läßt zwar noch zu wünschen übrig und der Preis ist hoch, aber man hofft, eine Besserung erreichen zu können. Der Germaniumgehalt der Aschen und anderer Verbrennungsprodukte beläuft sich auf durchschnittlich 0,75 %, gelegentlich erreicht er 2 %.

Das Germanium gehört zu den sogenannten Halbleitern. Ein Metall leitet die Elektrizität, weil es eine große Anzahl freier Elektronen besitzt. Ein Isolator hingegen kann die Elektrizität nicht leiten, da alle seine Valenzelektronen durch interatomare Bindungen festgehalten werden. Die Valenzelektronen eines Halbleiters werden zwar auch durch interatomare Bindungen festgehalten, doch diese Bindungen können leicht gelöst werden. Bei Zimmertemperatur leitet ein Halbleiter die Elektrizität nur wenig, doch können die gebundenen Valenzelektronen durch Wärmezufuhr oder durch die Einbringung von „Fehlern“ in die Elektronenstruktur aus ihrer Bindung befreit werden, was einer Erhöhung der Leitfähigkeit gleichkommt.

Die für bestimmte Verwendungszwecke notwendigen Einzelkristalle werden dadurch gewonnen, daß man einen Kristallsplitter, einen sog. Kristall-„Keim“, in einen Schmelztiegel mit geschmolzenem Germanium einbringt und ihn mit hoher Geschwindigkeit rotieren läßt.

Wenn man beispielsweise Arsen als „Verunreinigung“ in reines Germanium einführt, so tritt eine wichtige Änderung ein. Ein Atom Arsen ersetzt ein Atom Germanium in seiner normalen Stellung. Da sich aber nur vier von den fünf Valenzelektronen des Arsens mit den vier Valenzelektronen des Germaniums verbinden können, bleibt ein Elektron übrig, welches durch das Kristallgitter wandern kann und in der Lage ist, die Elektrizität zu leiten. Diese Art der Leitung wird als „N-type conduction“, d. h. negative Leitung, bezeichnet.

Wenn die „Verunreinigung“ jedoch — wie z. B. Indium — nur drei Valenz-Elektronen besitzt, dann tritt der Fall ein, daß das „Verunreinigungs“-Atom nicht imstande ist, das

Gleichgewichtssystem der das Germanium-Atom umgebenden Valenzbindungen zu vervollständigen. Es entsteht ein Elektronendefizit oder ein „Loch.“ Man spricht in diesem Fall von einer „P-type conduction“, weil sich diese „Löcher“ wie positiv geladene Partikel verhalten.

Seine hauptsächlichste Verwendung findet Germanium in der Elektroindustrie, wo es vor allem für die Herstellung von Dioden, Transistoren und Gleichrichtern benötigt wird. Aber auch die optische Industrie bedient sich des Germaniums in steigendem Maß. Sie macht sich seine Eigenschaft zunutze, die infrarote Strahlung über breite Bereiche des Spektrums zu übertragen und verwendet Germanium in Infrarotspektroskopen und anderen optischen Infrarotinstrumenten. Ein Glas von hohem Brechungsindex, in welchem man Germanium anstelle von Silikaten verwendet, wird in Weitwinkel-Kameraobjektiven und in Mikroskopen benutzt. Ferner gebraucht man Germanium als Katalysator bei der Kohlehydrierung. Es verleiht Al und Mg größere Härte und Festigkeit und verbessert deren Walzeigenschaften. Ein Gold-Lötmetall, welches 12 % Ge (das Au-Ge-Eutektikum) enthält, wird für Juwelier- und Dentallegierungen verwendet.

Als erst kürzlich auf den Weltmarkt getretene Hauptproduzenten für Germanium sind die Tsumeb Corp., Ltd., in Südwafrika und die Union Minière du Haut Katanga in Belgisch-Kongo zu nennen, die bis Ende 1957 in der Lage sein werden, mehr Germanium als irgendeiner der bisherigen Ge-Produzenten zu liefern und die USA als derzeitigen Hauptlieferanten (Tri-State-Erze) für Germanium zu verdrängen. Innerhalb der Tsumeb-Erze kommt das Germanium in den Mineralen Germanit und Renierit vor. Die Union Minière du Katanga stellt Ge-Konzentrate aus dem Flugstaub der Kolwezi-Hütte her. Beide Gesellschaften senden ihre angereicherten Ge-Produkte nach Hoboken (Belgien), wo sie zu Ge-Oxyd und -Metall verarbeitet werden. Einen Überblick über die verschiedenen Herstellungsverfahren gibt ein in der gleichen Nummer der oben erwähnten Zeitschrift abgedruckter, durch zahlreiche Diagramme, Übersichten und Abbildungen ergänzter Artikel, auf den hier nur hingewiesen werden soll.

B.

### Die Krise des italienischen Schwefelbergbaues

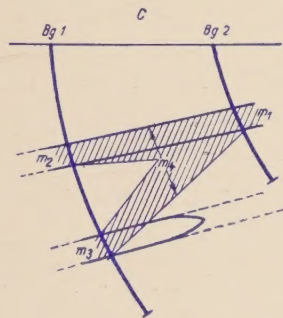
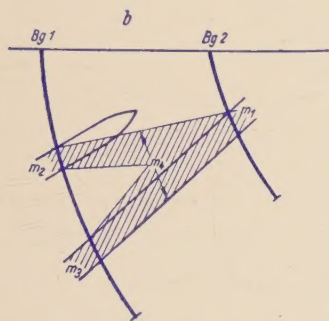
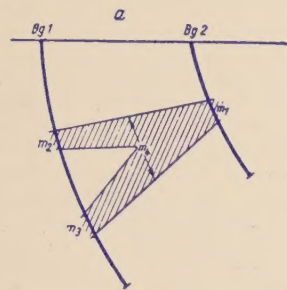
Der italienische Schwefelbergbau, der vorwiegend auf obermiozänen Kalkmergeln mit Gips und Schwefel umgeht und am Anfang unseres Jahrhunderts der größte Schwefelerzeuger der Welt war, befindet sich in einer Dauerkrise. Ohne ständige Staatszuschüsse ist er nicht mehr lebensfähig. Er kann wegen seiner hohen Produktionskosten, die etwa das 2,1fache der amerikanischen betragen, nur unter größten Schwierigkeiten den gewonnenen Reinschwefel absetzen. Ende 1955 befanden sich über 330 000 t Schwefel, also die Produktion von etwa 20 Monaten, auf Lager, die der kapitalistische Weltmarkt wegen der geforderten hohen Preise nicht aufnehmen konnte. Dabei ist die italienische Förderung ständig zurückgegangen. Es wurden im Monatsdurchschnitt 18 979 t im Jahre 1953, 16 952 t im Jahre 1954, 14 900 t im Jahre 1955 und 12 657 t Reinschwefel in den ersten 4 Monaten des Jahres 1956 gewonnen.

Die Ursache der seit Jahrzehnten andauernden, nur während Rüstungskonjunkturzeiten kurz abflauenden Krisenerscheinungen ist vor allem in der technischen Rückständigkeit des italienischen Schwefelbergbaues und seiner Schmelzanlagen zu suchen, die nur 55–65 % des Rohschwefels als Reinschwefel ausbringen lassen. Man hofft dadurch, daß man in Zukunft nicht mehr Schwefel als Brennstoff benutzen wird, das Ausbringen bis auf 85 % des Rohschwefels erhöhen zu können. Ob diese Modernisierungsbestrebungen ausreichen werden, um den Schwefel Siziliens und des italienischen Festlandes auf dem kapitalistischen Weltmarkt wieder wettbewerbsfähig zu machen, bleibt abzuwarten. Die Auffindung neuer Schwefellagerstätten in verschiedenen Ländern, die zunehmende Schwefelgewinnung aus Erd-, Kokerei-, Raffinerie- und Röstgasen sulfidischer Erze läßt die Aufrechterhaltung des primitiven italienischen Schwefelbergbaues im bisherigen Umfang als schwierig erscheinen. Es wird deshalb erwogen, kleine unrentable Schwefelgewinnungsanlagen, deren Anteil an der Gesamtförderung von Rohschwefel etwa 20 % beträgt, stillzulegen und nur den Rest der größeren Gruben weitgehend zu modernisieren. Insgesamt wurden Ende 1955 etwa 12 000 bis 13 000 Arbeitskräfte bei der italienischen Schwefelgewinnung beschäftigt, d. h. die Arbeitsproduktivität lag Anfang 1956 etwa bei 12 jato Reinschwefel pro Arbeitskraft.

L.



# Es ist nicht immer leicht



bei verantwortungsvollen Arbeiten anscheinend einfache Dinge richtig zu entscheiden. Auch sie verlangen Sachkenntnis und Umsicht und das Vertrautsein mit den richtigen Verfahren. Nehmen Sie ein so alltägliches Beispiel: In zwei benachbarten Bohrungen wurde Erz angefahren – und zwar in einer davon zweimal mit den entsprechenden Mächtigkeiten  $m_2$  und  $m_3$ ; in der anderen jedoch nur einmal bei einer Mächtigkeit von  $m_1$ . Wie führen Sie bei einer Vorratsberechnung die Umgrenzung durch, wenn keine Anzeichen für eine tektonische Störung vorliegen?

Auf diese und viele andere Fragen der täglichen Arbeit finden Sie Antwort in dem soeben erschienenen Band I der „Schriftenreihe des praktischen Geologen“: Friedrich Stammberger „Einführung in die Berechnung von Lagerstättenvorräten fester mineralischer Rohstoffe“, Din A 4, X und 153 S., 78 Abbildungen, in Halbleinen. Preis 7,50 DM.

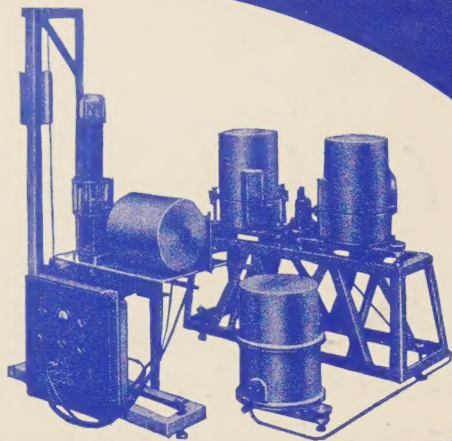
Zu beziehen durch jede Buchhandlung oder direkt vom

**Akademie-Verlag**

Berlin W 8, Mohrenstraße 39

Für die Bundesrepublik bei „Kunst und Wissen“, Erich Bieber, Stuttgart N,  
Postfach 46



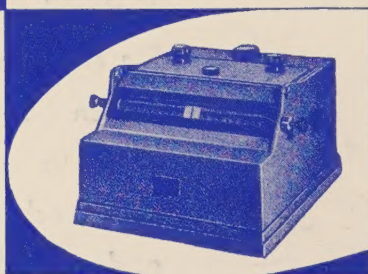


### Für Registrierungen von Fern- u. Nahbeben

liefern wir hochwertige, leicht transportable  
Apparaturen, die sich auch weitgehendst bei  
Untersuchungen von Störungen im Bergbau  
bewährt haben

### ELEKTRISCHE MESSGERÄTE

Spiegelgalvanometer, Lichtmarkengalvano-  
meter, Koordinatenschreiber



**VEB GERÄTE- UND REGLER-WERKE TELTOW**  
WERK 2 • GEOGERÄTE BRIESELANG • BRIESELANG • FORSTWEG 1  
Telefon: Brieselang 138, Falkensee 3931 • Telegramme: Geogeräte Brieselang



**Gerhard Seifert**

## ARBEITER-SCHUTZBEKLEIDUNG

Leipzig N 22 - Platnerstraße 13

Telefon 5 00 39

*Wir fertigen:*

Schachtanzüge  
Wetter-Schutzanzüge  
sowie sämtliche  
Arbeits- und Berufskleidung  
Nähte der gummierten Stoffe  
heißvulkanisiert,  
absolut wasserdicht

Zuletzt erschienene und in Vorbereitung befindliche

### Beihefte zur Zeitschrift Geologie

Herausgegeben von der Staatlichen Geologischen  
Kommission der Deutschen Demokratischen Republik

- Heft 13: Dr. RUDOLF DABER  
Pflanzengeographische Besonderheiten der  
Karbonflora des Zwickau-Lugauer Steinkohlen-  
reviers  
45 Seiten - 25 Taf. - 17×24 cm - 1955 6,— DM
- Heft 14: Dr. GERHARD LUDWIG  
Neue Ergebnisse der Schwermineral-Korn-  
analyse im Oberkarbon und Rotliegenden des  
südlichen und östlichen Harzvorlandes  
76 Seiten - 6 Abb. - 2 Taf. - Gr. 8° - 1955  
6,— DM
- Heft 15: Prof. Dr. KARL KEIL  
Die Genesis der Blei-Zinkerzlagertstätten von  
Oberschlesien (Gorny Slask, Polen)  
63 Seiten - 27 Abb. - 17×24 cm - 1956 - 4,80 DM
- Heft 16: PETER ENGERT  
Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik des  
Elbtalschiefergebirges  
72 Seiten - 6 Fig. - 16 Abb. - 3 Tafeln - 17×24 cm  
1956 6,— DM
- Heft 17: Dr. ERNST HAMEISTER  
Die geologische Entwicklung der Buckower  
Pforte (ein Beitrag zur jüngeren Talgeschichte  
Norddeutschlands)  
In Vorbereitung
- Heft 18: EWALD v. HOYNINGEN-HUENE  
Die Texturen der subsalinen Anhydrite im  
Harzvorland und ihre stratigraphische und  
faziale Bedeutung  
In Vorbereitung

Bestellungen durch eine Buchhandlung erbeten

**AKADEMIE-VERLAG • BERLIN**